



**KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH**

**Zentralinstitut für Angewandte Mathematik**

**Elektronische Kommunikation 1984**

**Eine Übersicht**

von

D. Conrads

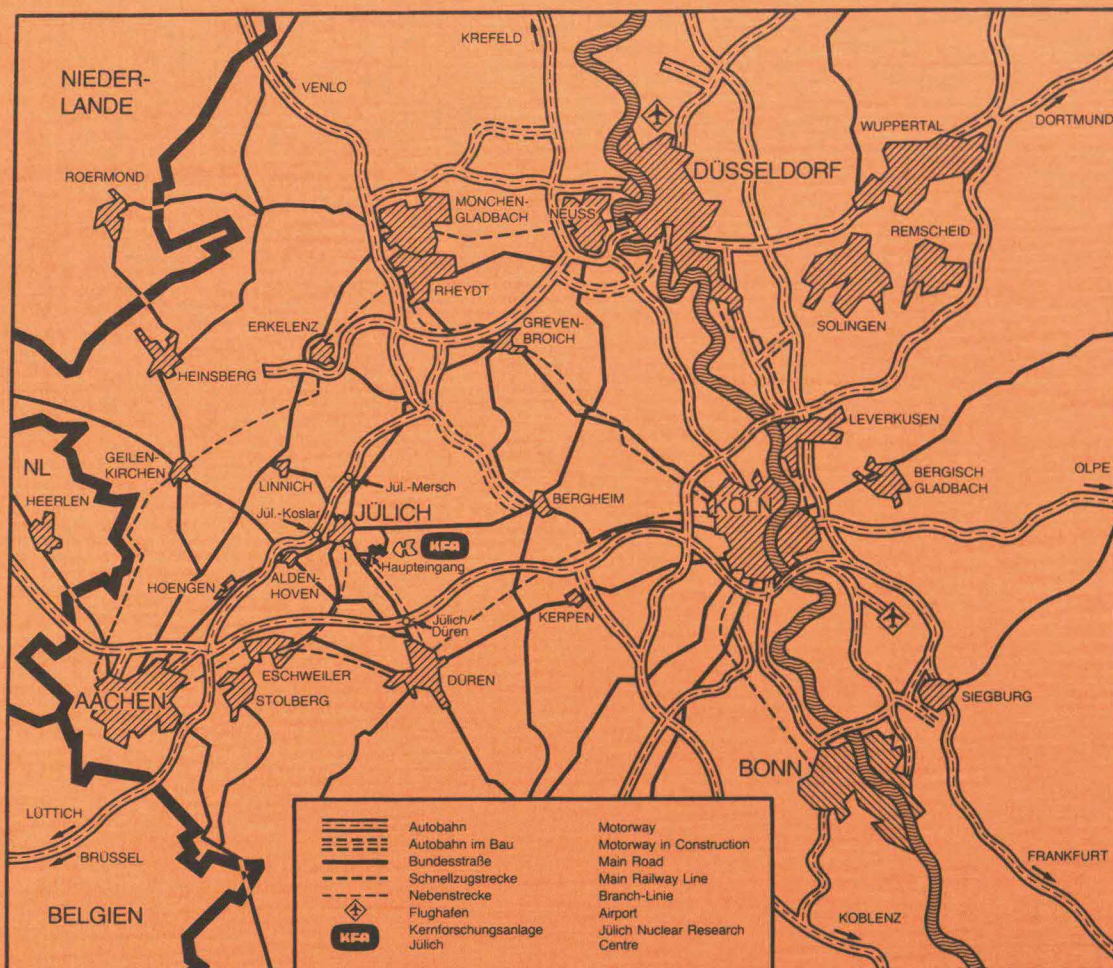
**Jül - Spez - 295**

**Januar 1985**

**ISSN 0343-7639**







Als Manuskript gedruckt

## Spezielle Berichte der Kernforschungsanlage Jülich – Nr. 295

Zentralinstitut für Angewandte Mathematik Jül - Spez - 295

Zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich GmbH

Postfach 1913 · D-5170 Jülich (Bundesrepublik Deutschland)

Telefon: 02461/610 · Telex: 833556-0 kf d

# **Elektronische Kommunikation 1984**

## **Eine Übersicht**

von

D. Conrads



Der vorliegende Bericht ist auf Anregung der Herren Dr. F. Hoßfeld und Dr. B. Mertens aus der Niederschrift einer Reihe von intern gehaltenen Vorträgen zum Thema Elektronische Kommunikation entstanden. Beiden Herren möchte ich für ihre Anregung und die fortwährend Förderung dieser Arbeit danken, ebenso wie vielen Kollegen aus dem Zentralinstitut für Angewandte Mathematik, die durch ihre Diskussionsbereitschaft zur Aufarbeitung des Themenkomplexes beigetragen haben.

## VORWORT

Der vorliegende Bericht gibt eine einführende Übersicht über den Komplex der **Elektronischen Kommunikation**. Dem Einführungs- und Übersichtscharakter entsprechend ist der Bericht thematisch breit angelegt, wobei jedoch auf eine vertiefte Darstellung der einzelnen Themen weitgehend verzichtet wird.

Im ersten Kapitel werden Themen behandelt, denen eine grundsätzliche Bedeutung zukommt. Hierzu gehören die Entwicklungen, die der (elektronischen) Kommunikation zu einer neuen Qualität verholfen haben, das Anliegen einer Standardisierung von Kommunikationsvorgängen (Motivation und Stand) und eine Diskussion der Techniken, die heute im Kommunikationsbereich zur Anwendung kommen.

Das zweite Kapitel enthält eine Beschreibung und Diskussion der bekannten Kommunikationsfunktionen und -dienste, wobei insbesondere die flächendeckend angebotenen Dienste der Bundespost eine wichtige Rolle spielen.

Der letzte Abschnitt beschreibt die Situation in der Kernforschungsanlage Jülich und die sich daraus ergebenden kurzfristigen Auswirkungen.

Wenn der vorliegende Bericht auch thematisch breit angelegt ist, so kann er doch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Nicht behandelt sind beispielsweise die im Zusammenhang einer Aufarbeitung des Themas 'Elektronische Kommunikation' für die Kernforschungsanlage Jülich weniger wichtigen Themenkomplexe Satellitenkommunikation und Fernwirkssysteme (etwa das geplante TEMEX-System der DBP).

Diese Arbeit ist zu verstehen als Teil einer breit angelegten Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten und Anforderungen, die sich aus der raschen Fortentwicklung der Elektronischen Kommunikation ergeben und steht hier in einer Reihe mit dem Bericht von S. Tencseni (Jül-Spez 182) und weiteren internen Papieren.

Als einführender Bericht spricht er in erster Linie Personen an, die sich nicht hauptamtlich mit dem Thema Kommunikation beschäftigen. Hierzu gehören insbesondere auch die Entscheidungsträger in der KFA, die in den kommenden Jahren eine Reihe von weitreichenden Entscheidungen auf diesem Gebiet werden treffen müssen und denen dieser Bericht dabei eine Hilfe sein kann.

Die Grundlage für solche Entscheidungen wird ein weiterer Bericht bilden, in dem ein Konzept für den weiteren Ausbau der Kommunikation innerhalb der KFA sowie mit der Außenwelt nebst einer Strategie zur Realisierung dieses Konzeptes dargelegt werden wird.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.0 Allgemeines zur elektronischen Kommunikation</b>	<b>1</b>
1.1 Einführung der Digitaltechnik im Kommunikationsbereich	1
1.2 Das virtuelle Prinzip	2
1.3 Stand der Normierungsarbeiten	4
1.4 WAN/LAN	10
1.5 Lokale Netze	13
1.5.1 Vor- und Nachteile der Zugriffsmethoden	16
1.5.2 Situation im LAN-Bereich	16
1.5.3 Einsatzbereich lokaler Netze	17
1.6 Digitale Nebenstellenanlagen	18
1.7 Das ISDN-Konzept	24
<b>2.0 Kommunikationsarten</b>	<b>27</b>
2.1 Mensch - Mensch - Kommunikation	27
2.1.1 Fernsprechen	27
2.1.2 Telex (Fernschreiben)	29
2.1.3 Teletex (Bürofern schreiben)	29
2.1.4 Telefax (Faksimile, Bild/Dokumentübertragung)	31
2.1.5 Einzelbildübertragung, Einzelbildfolgen	32
2.1.6 Bewegtbildkommunikation (Bildtelefon)	33
2.1.7 Bildschirmtext (Btx)	35
2.1.8 Electronic Mail	37
2.1.9 Voice Mail (Sprachspeichersysteme)	42
2.2 Mensch-Maschine-Kommunikation	43
2.2.1 Mensch-Rechner-Schnittstelle	43
2.2.1.1 Dialog-Terminal	43
2.2.1.2 Ergonomie	44
2.2.2 Textverarbeitung	48
2.2.3 Interaktive Graphik	53
2.2.4 Sprachein-/ausgabe und Verarbeitung	53
2.2.5 Bildverarbeitung (Mustererkennung)	55
2.3 Rechner-Rechner-Kommunikation	56
2.3.1 Funktionsverbund	57
2.3.2 Verfügbarkeitsverbund (Backup)	58
2.3.3 Lastverbund	59
2.3.4 Informationsverbund	61
<b>3.0 Perspektiven für die KFA</b>	<b>63</b>
3.1 Istzustand	63
3.1.1 Fernmeldedienste	63
3.1.1.1 Fernsprechdienst	63
3.1.1.2 Fernschreibdienst	63
3.1.1.3 Fernkopieren	63
3.1.1.4 Bürofern schreiben	63
3.1.1.5 Bildschirmtext	63
3.1.2 Das Großrechner-Terminalsystem	64
3.1.3 Das Rechnerkopplungssystem JOKER	65
3.2 Kurz- und mittelfristige Entwicklung	68
3.2.1 Generelle Aspekte	68
3.2.2 Terminalbereich	69
3.2.3 Backend-Network	71
3.2.4 LAN - Bereich	71
3.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	72
3.3.1 Allgemeines	72
3.3.2 Kosten des Dataswitch-Systems	74
3.3.3 Kosten eines Backend-Netzwerkes	75

4.0 LITERATUR . . . . .	77
-------------------------	----



## 1.0 ALLGEMEINES ZUR ELEKTRONISCHEN KOMMUNIKATION

### 1.1 EINFÜHRUNG DER DIGITALTECHNIK IM KOMMUNIKATIONSBEREICH

Ausgangspunkt der sich abzeichnenden, teilweise dramatisch zu nennenden Entwicklungen im Kommunikationsbereich ist die Einführung der Digitaltechnik in diesem Bereich. Der Trend zur Digitaltechnik - nicht nur im Kommunikationsbereich - hat gute Gründe:

- Digitale Signale sind weniger störanfällig.
- Digitale Signale bieten größere Sicherheit gegen unbefugten Zugriff. Die Digitalisierung kann geradezu als Voraussetzung für eine wirksame Verschlüsselung angesehen werden. Die Nutzung von Glasfaserkabeln wird die Sicherheit weiter erhöhen, und zwar gegen unbefugtes Abhören wie auch gegen Verlust durch Störungen.
- Digitale Signale sind leicht handhabbar, insbesondere, weil sie direkt von Computern verarbeitet werden können. Dies ermöglicht eine kostengünstige Realisierung neuer Leistungsmerkmale im Bereich der Kommunikation.
- Auf Dauer ist die Digitaltechnik - insbesondere unter Berücksichtigung der möglichen Leistungsmerkmale - preiswerter als die Analogtechnik.

Die Folge der Einführung der Digitaltechnik im Kommunikationsbereich ist ein Zusammenfließen von Datenverarbeitung und Kommunikation. Der einheitliche Ansatz resultiert daher, daß Informationen grundsätzlich in Form von Bitketten vorliegen und für eine Reihe von Verarbeitungsfunktionen (etwa Transport, Speicherung) der Inhalt solcher Bitketten unerheblich ist.

Die Inhalte solcher Bitketten können Zahlen, Texte, Nachrichten, Sprache, Musik, Bilder etc. sein. Die Verarbeitung der Informationen umfaßt das Senden, Empfangen, Abspeichern, (gezielte) Wiederauffinden, aber auch die Anwendung von Rechenoperationen im Sinne der klassischen Datenverarbeitung.

Die Kombination von Datenverarbeitung und Kommunikation und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten sind die Basis für die sich abzeichnenden Umwälzungen.

Unabhängig von technologischen Überlegungen vollzieht sich die Entwicklung der Kommunikation in drei Stufen:

1. Lösung des technischen Verbindungsproblems (Signalverbindung).  
Diese beschreibt die Fähigkeit, Informationen von einer Sendestation an eine Empfangsstation zu transportieren (Transportfunktion eines Netzes, wie etwa durch die Schichten 1 bis 4 des OSI-Modells<sup>1</sup> beschrieben). Die damit zusammenhängenden Probleme können im wesentlichen als gelöst angesehen werden. Zwischen kompatiblen Systemen

löst die Transportverbindung einen großen Teil des Kommunikationsproblems.

## 2. Lösung des Kommunikationsproblems

Hierunter wird die Problematik des gegenseitigen Verstehens angesprochen, die einen Konsens über Struktur und Interpretation von Signalen voraussetzt.

Eine umfassende Lösung dieses Problems dürfte die achtziger Jahre beanspruchen. Ziel ist, die überwiegend als 'geschlossene' Einheiten konzipierten heutigen Systeme zu öffnen und bestehende Inkompatibilitäten zu überwinden. Die Kommunikationsproblematik steht derzeit im Mittelpunkt der Aktivitäten.

## 3. Beschränkung des technisch Möglichen und praktisch Machbaren auf das politisch und gesellschaftlich Wünschenswerte und rechtlich Zulässige.

Dies beinhaltet die Einordnung neuer Kommunikationsmittel und -möglichkeiten in bestehende Rechtsnormen bzw. die Schaffung neuer Rechtsnormen (z.B. Datenschutzgesetz zum Schutz personenbezogener Daten), aber auch die Erarbeitung sinnvoller und praktikabler Durchführungsbestimmungen. Darüberhinaus können Anwendungsmöglichkeiten, die rechtlich unbedenklich sind unter anderen Gesichtspunkten unerwünscht sein, etwa wegen möglicher politischer, arbeitsmarktpolitischer oder auch gesellschaftspolitischer und sozialer Auswirkungen. Diese Problemkreise werden gerade in der Bundesrepublik intensiv diskutiert; sie gehen aber über den Rahmen dieses Berichtes hinaus.

## 1.2 DAS VIRTUELLE PRINZIP

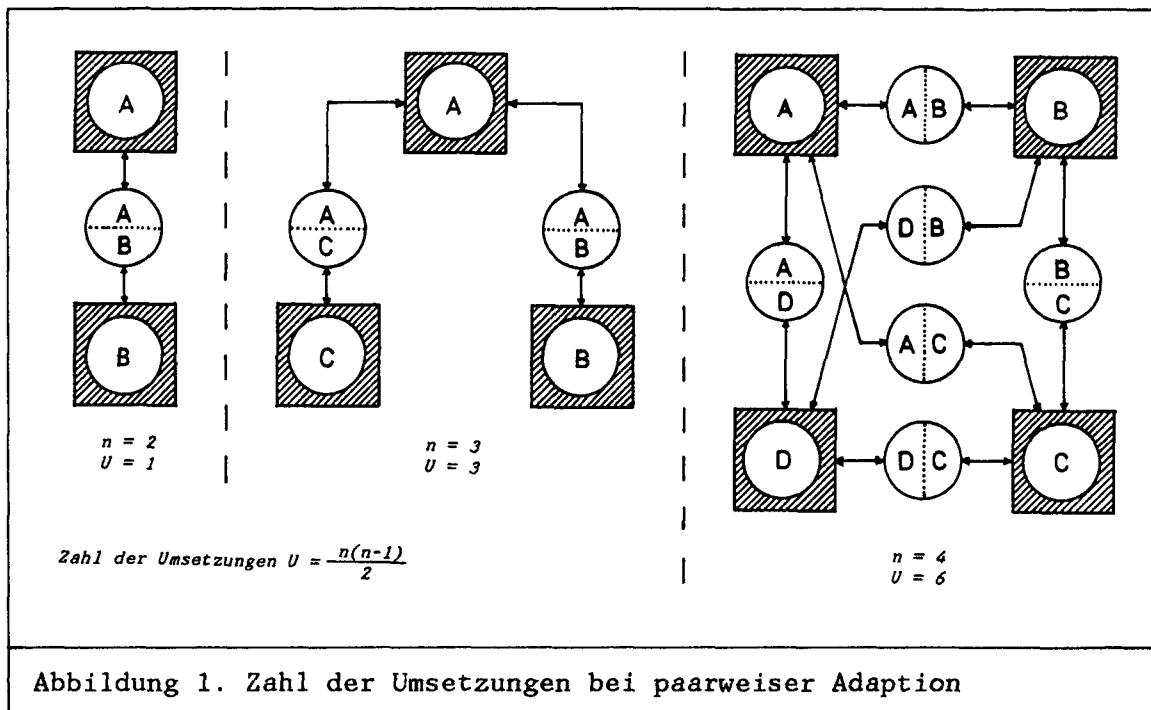
Wie bereits festgestellt, ist das Haupthindernis für eine unlimitierte Kommunikation (im technischen Sinne) die Inkompatibilität der Kommunikationspartner, die überwunden werden muß.

Es gibt allerdings auch heute schon Rechnernetzwerke. Sie sind durchweg auf der Basis von Firmenlösungen (z.B. SNA von IBM oder DECnet von Digital Equipment Corp.) oder durch paarweise Adaption realisiert, wobei letztere in der Regel eine beschränkte Funktionalität aufweisen, d.h., sie wurden meist für einen bestimmten Verwendungszweck eingerichtet.

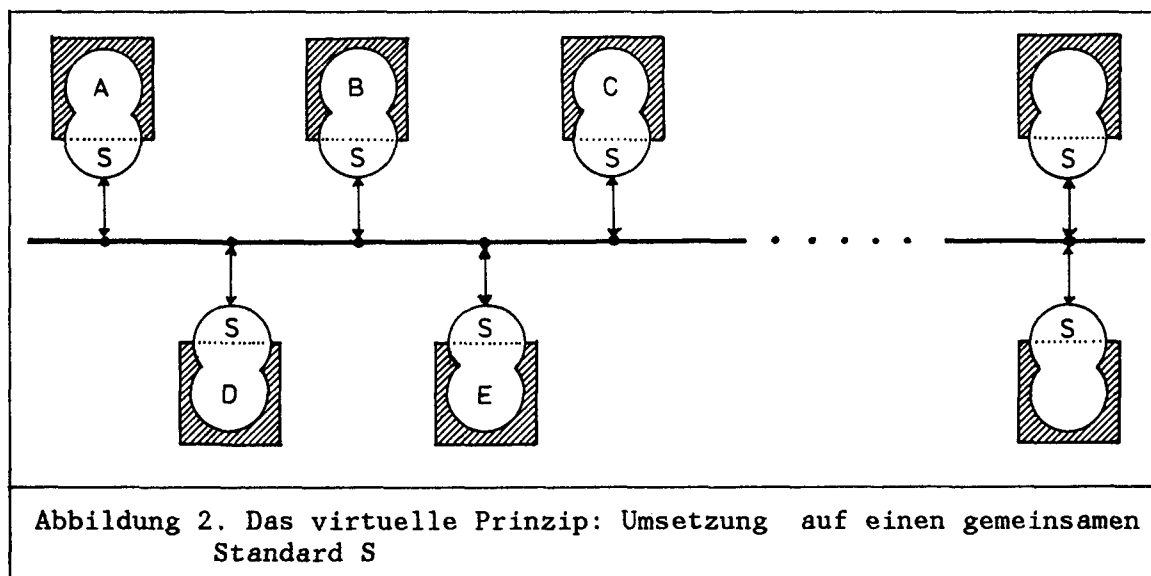
Sicher ist, daß für eine allgemeine Lösung des Problems eine Firmenlösung unerwünscht und eine Lösung nach dem Prinzip der paarweisen Adaption ungeeignet ist. Ungeeignet zum einen aus Aufwandsgründen, da die Zahl der erforderlichen Adaptionen quadratisch mit der Anzahl der (verschiedenen) Rechner wächst (vgl. Abbildung 1 auf Seite 3), zum anderen, weil die unterschiedlichen Randbedingungen der verschiedenen Adaptionen zu einer unzumutbaren Vielfalt auf der Benutzerseite führen würde.

---

<sup>1</sup> siehe "Stand der Normierungsarbeiten" auf Seite 4



Eine mögliche und wahrscheinlich die einzig praktikable Lösung in einer Umwelt voll von inkompatiblen Fakten bietet eine Vorgehensweise nach dem sogenannten 'virtuellen Konzept'. Hierbei wird ein 'virtueller' Dienst oder eine 'virtuelle' Funktion definiert, die dann auf die entsprechende Funktion (Dienst) auf existierenden Systemen abgebildet wird. Man kann sich dies als eine Menge paarweiser Adaptionen vorstellen, bei denen ein Partner eine globale Konstante darstellt (vgl. Abbildung 2).



Es ist offensichtlich, daß bei der Definition der virtuellen Funktion sehr sorgfältig vorgegangen werden muß; sie sollte umfassend und vollständig sein; firmenpolitische Gegebenheiten, wie etwa die Frage der Kompatibilität mit bestimmten Produkten, sollten allenfalls eine untergeordnete Rolle spielen. Offensichtlich ist auch, daß das Prinzip nur dann zu einer umfassenden Lösung führen kann, wenn die so definierte virtuelle Funktion allgemeine Verbindlichkeit erlangt, am besten auf der Basis eines internationalen Standards. Was hier ansteht, ist nicht leicht

durchzusetzen; ein Analogon dazu wäre, wenn sich alle Nationen auf eine gemeinsame Fremdsprache einigen würden, über die dann beliebig kommuniziert werden könnte.

Wenn es gelingt, eine virtuelle Funktion zu definieren, die ein allgemein anerkannter Standard wird, kann man erwarten, daß

1. die Hersteller eine Unterstützung dieses Standards anbieten werden im Sinne einer Adaption ihrer eigenen Systeme an diesen Standard,
2. langfristig dieser Standard direkt implementiert werden wird, sicherlich zunächst von kleineren Firmen, die nicht so sehr durch den Zwang zur Kompatibilität mit den eigenen (älteren) Produkten eingeengt sind.

Diese Ausführungen zeigen, daß ein Durchbruch in Richtung auf eine unbeschränkte Kommunikationsfähigkeit nur durch international akzeptierte Standards erreicht werden kann.

### 1.3 STAND DER NORMIERUNGSARBEITEN

Die Aufgabe der Standardisierung ist eine sehr schwierige in einem Bereich, der noch einem raschen technologischen Fortschritt unterliegt, da zum einen ein weiterer technologischer Fortschritt nicht blockiert werden darf, zum anderen jeder Standard notwendigerweise Festlegungen und Einschränkungen beinhaltet.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß - wie bereits festgestellt - eine allgemeine Kommunikation durch das Fehlen einschlägiger Normen massiv behindert wird, andererseits Normen sinnvollerweise erst nach Vorliegen ausreichender Praxiserfahrungen festgeschrieben werden können. Hinzu kommt aber auch, daß in den Standardisierungsgremien oft massive Interessenpolitik auf nationaler Ebene wie auch auf Firmenbasis betrieben wird, wodurch der Einigungsprozeß oftmals erschwert und verzögert wird.

Es gibt eine Reihe von Organisationen und Gremien, die sich auf nationaler, europäischer und weltweit internationaler Ebene mit Standardisierungen beschäftigen. Die international wichtigsten Standardisierungsorgane sind die ISO (International Standards Organization) als Dachorganisation der nationalen Standardisierungsgremien und das CCITT (Comite Consultatif International de Telegraphie et Telephonie), das Koordinierungsgremium der nationalen Postgesellschaften.

Dabei ist festzustellen, daß das CCITT als internationale Dachorganisation von Postgesellschaften nicht im eigentlichen Sinne für die Erarbeitung internationaler Standards zuständig ist. Andererseits schaffen CCITT-Empfehlungen Fakten, denen sich bei der Bedeutung der Postgesellschaften im Kommunikationsbereich niemand - auch die ISO nicht - entziehen kann. Im optimalen Fall würden CCITT-Empfehlungen auf vorhandenen ISO-Standards basieren; in der Vergangenheit ist es jedoch häufig so gewesen, daß ISO-Standards nicht rechtzeitig vorlagen, so daß das CCITT eigenständig Empfehlungen ausarbeiten mußte. Der Grund dafür, daß CCITT-Empfehlungen oftmals eher als entsprechende ISO-Standards vorlagen, ist, daß das CCITT in der Regel unter harten zeitlichen Randbedingungen arbeitet (CCITT-Empfehlungen sind kein Selbstzweck; sie werden erarbeitet, wenn konkrete Projekte der Postgesellschaften ein international abgestimmtes Vorgehen erfordern), wohingegen die ISO ohne solchen



zeitlichen Druck arbeiten kann und deshalb in der Vergangenheit oft recht lange bis zur Verabschiedung von Standards benötigt hat.

Um das in jeder Hinsicht unerfreuliche und unerwünschte Auseinanderlaufen von CCITT- und ISO-Aktivitäten in Zukunft zu vermeiden, hat die Beratergruppe (*Advisory Group*) des 'Technical Committee'(TC) 97 (*Information Processing Systems*) der ISO, zuständig für die Entwicklung internationaler Standards im Kommunikationsbereich, eine Reihe von Verfahrensregeln beschlossen, die den Standardisierungsvorgang beschleunigen sollen. Dies soll eine mit dem CCITT zeitlich abgestimmte Vorgehensweise erlauben, obwohl eine institutionalisierte Verbindung zwischen den Gremien nicht besteht.

Zuständig für die Entwicklung von Standards im Kommunikationsbereich ist innerhalb der ISO das TC97 (*Information Processing Systems*). Innerhalb des TC97 sind vier Subcommittees (SCs), nämlich SC6 (*Telecommunications*), SC16 (*Open Systems Interconnections*), SC18 (*Text Preparation and Interchange*) und SC19 (*Office Equipment and Supplies*) in dem genannten Bereich tätig. Die eigentliche Sacharbeit wird in Working Groups (WGs) geleistet.

Basis der Standardisierungsarbeit ist das erstmals 1978 von der ISO vorgestellte OSI(Open Systems Interconnection)-Schichtenmodell. Dieses Modell teilt den sehr komplexen Gesamtvorgang der Kommunikation in sieben handhabbare und damit erst einer Normierung zugängliche Teilaspekte auf. Die gewählte Aufteilung (vgl. Abbildung 3 auf Seite 6) ist nicht a priori zwingend; sie ist jedoch sinnvoll und hat seit ihrer Vorstellung Bestand gehabt; seit 1982 hat sie als OSI - Basic Reference Model den Status eines Draft International Standards<sup>2</sup> erreicht.

Im folgenden wird eine kurze Beschreibung des Modells gegeben; eine ausführliche Diskussion dieses Modells ist z.B. in [6] zu finden.

Die Bezeichnungen der Schichten (Layer) lauten:

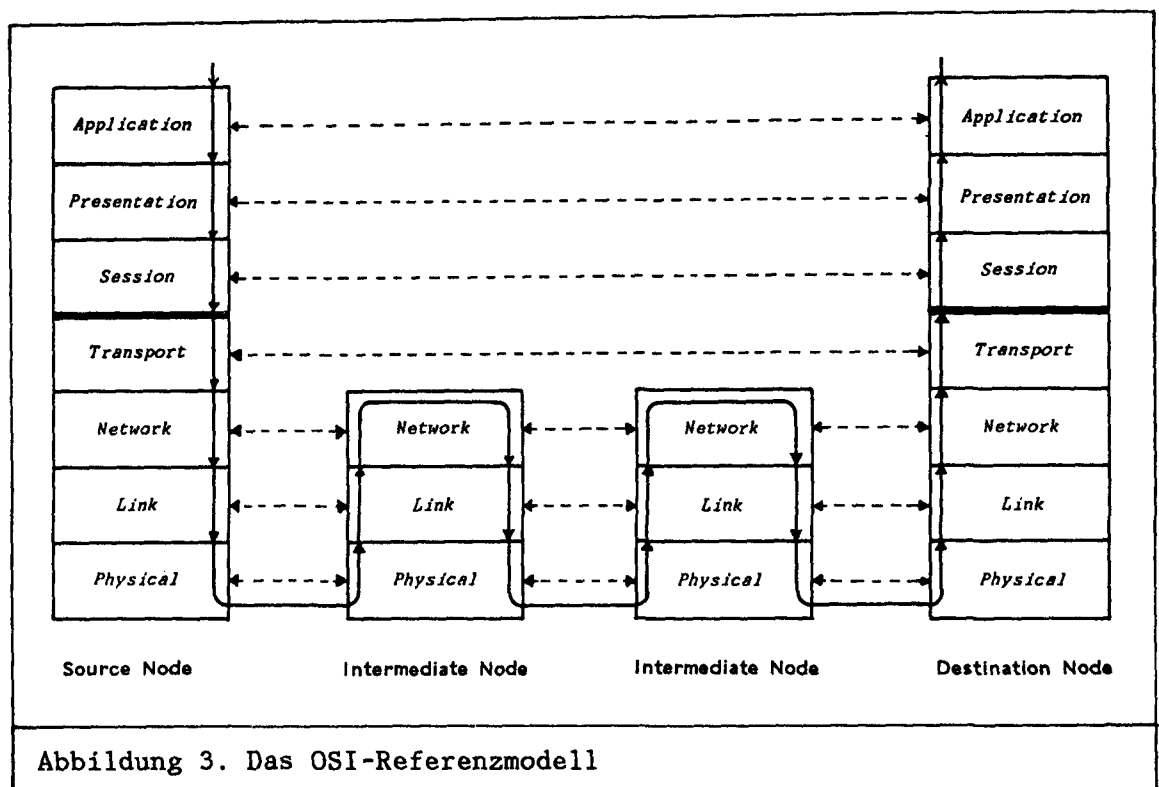
7 - Anwendungsschicht	(Application Layer)
6 - Darstellungsschicht	(Presentation Layer)
5 - Kommunikationssteuerungsschicht	(Session Layer)
4 - Transportschicht	(Transport Layer)
3 - Vermittlungsschicht	(Network Layer)
2 - Sicherungsschicht	(Link Layer)
1 - Bitübertragungsschicht	(Physical Layer)

Die Ebenen 1 bis 4 werden auch Transportsubnetz genannt. Sie verbergen den Transportvorgang vor den darüberliegenden Schichten, so daß oberhalb der Schicht 4 unter Umständen nicht einmal feststellbar ist, ob überhaupt ein

---

<sup>2</sup> Ein Standardisierungsentwurf durchläuft drei definierte Zustände:

DP - Draft Proposal  
DIS - Draft International Standard  
IS - International Standard



Transport stattfindet. Für die unteren drei Schichten eines paketvermittelten Datennetzes kann die CCITT-Empfehlung X.25<sup>3</sup> als beherrschender Standard angesehen werden. Nur für die Ebene 3 (hier Paket-Ebene genannt) wurden im Rahmen von X.25 neue Empfehlungen erarbeitet; für die beiden unteren Ebenen wurde auf bereits vorher veröffentlichte Empfehlungen zurückgegriffen. Die Ebene 1 ist durch Empfehlung X.21 (X.21bis)<sup>4</sup>, die Ebene 2 durch Empfehlung LAPB (LAP)<sup>5</sup> festgelegt.

Es gibt bereits eine Reihe von öffentlichen Datennetzen auf X.25 - Basis; in Deutschland ist dies das Datex-P-Netz der Deutschen Bundespost. Nachdem nun auch auf dem nordamerikanischen Subkontinent die Zurückhaltung

<sup>3</sup> Die CCITT-Empfehlungen werden in Serien herausgegeben. In diesem Kontext sind die V-, X- und S-Serie von Bedeutung:

*V-Serie:* Datenübertragung über das Fernsprech- und über das Telex-Netz

*X-Serie:* Datenübertragung über öffentliche Datennetze

*S-Serie:* Apparate der alphabetischen Telegraphie

<sup>4</sup> *X.21:* Schnittstelle zum allgemeinen Gebrauch zwischen Datenendeinrichtung (DEE; englisch DTE = Data Terminal Equipment) und Datenübertragungseinrichtung (DÜE; engl. DCE = Data Circuit-terminating Equipment) für Synchronverfahren in öffentlichen Datennetzen.

*X.21bis:* Schnittstelle zum Einsatz von Datenendeinrichtungen, die mit Schnittstellen für Modems der V-Serie ausgestattet sind, in öffentlichen Datennetzen (Übergangsregelungen zum Anschluß von V.24-Geräten)

<sup>5</sup> *LAPB (Link Access Protocol B)* ist (wie auch LAP) eine Variante von HDLC (genau: full duplex asynchronous balanced mode of HDLC). *HDLC (High Level Data Link Control)* ist ein ISO-Standard für die Ebene 2.

gegenüber X.25 aufgegeben wurde, dürfte X.25 endgültig *der* weltweit akzeptierte Standard für paketvermittelte Datennetze sein.

Trotz der weltweiten Akzeptanz von X.25 sind damit noch keineswegs alle Kommunikationsprobleme (bis zur Ebene 3) gelöst. X.25 ist bis vor kurzem zu aufwendig gewesen, um auf kleinen Geräten sinnvoll implementiert werden zu können, was in vielen Fällen auch nicht notwendig ist, da die volle Funktionalität nicht in jedem Falle benötigt wird. Durch die Entwicklung auf dem Hardware-Gebiet ist dieses Problem entschärft worden, es wird jedoch noch lange einen beachtlichen Bestand an Geräten geben, für den die genannten Einschränkungen Gültigkeit haben.

Hinzu kommt, daß in den X.25 - Empfehlungen manche Funktionen als optional ausgewiesen sind. Dies führt dazu, daß bei Endgeräten (etwa Terminals) in nicht einheitlicher Weise Untermengen von X.25 realisiert werden, die für sich in Anspruch nehmen können, X.25-kompatibel zu sein, aber dennoch nicht problemlos miteinander kommunizieren können (vgl. [17]).

Ein Zusatzdienst zu X.25-Netzen ist ebenfalls durch CCITT-Empfehlungen festgeschrieben worden; dies ist die PAD (Packet Assembly/Disassembly)-Einheit zum Anschluß von Start/Stop-Datenendeinrichtungen (Terminals) an paketorientierte X.25-Netze. Die Funktionen des PAD selbst sind in Empfehlung X.3 beschrieben, die Protokolle zwischen PAD und dem Start/Stop-Terminal auf der einen Seite sind in Empfehlung X.28, zwischen PAD und dem paketfähigen Endgerät (Host) auf der anderen Seite in Empfehlung X.29 geregelt.

Die Bundespost bietet im Datex-P-Netz neben dem Datex-P10-Hauptanschluß die PAD-Funktion über den Datex-P20-Anschluß an. Darüberhinaus bietet die Bundespost noch Anschlußmöglichkeiten für andere Endgeräte an das Datex-P-Netz: Datex-P32 für IBM 3270 kompatible Terminals, Datex-P33 für Siemens 8160 kompatible Terminals und Datex-P42 für IBM 2780/3780 kompatible Endgeräte [18].

Während durch die Empfehlung X.25 die Entwicklungsrichtung zumindest in der Praxis vorgegeben ist (X.25 ist (noch) kein ISO-Standard, aber ISO wird an den durch X.25 geschaffenen Fakten nicht vorbeikommen), ist die Entwicklung für die höheren Ebenen noch nicht entsprechend weit fortgeschritten. In diesem Bereich sind bislang überwiegend Lösungen für spezielle Anwendungen im Einsatz. In Deutschland sind hier die Protokolle EHKP4 und EHKP6 (EHKP = Einheitliche höhere Kommunikationsprotokolle; diese Protokolle wurden von einer vom Bundesminister des Innern ins Leben gerufenen Kommission erarbeitet) zu nennen, die im Rahmen von Bildschirmtext eingesetzt werden.

Weniger leistungsfähig, aber international von sehr großer Bedeutung sind die Teletex-Protokolle, CCITT-Empfehlung S.70 für die Transportschicht und S.62 für die Sitzungssteuerungsschicht (bzw. nach neuerer Bezeichnung Kommunikationssteuerungsschicht). Beide bilden die Basis für entsprechende ISO-Spezifikationen, die seit kurzem den Status von Draft International Standards erreicht haben. Der Prozeß der Implementierung dieser Standards ist im Gange, und fertige Implementierungen werden zunehmend zur Verfügung stehen.

Weiter zurück sind die Arbeiten bezüglich der Darstellungsschicht (Präsentationsschicht). Es ist lange Zeit diskutiert worden, ob die Dienste der Präsentationsschicht nicht applikationsspezifisch der Anwendungsschicht zugeschlagen werden sollten. Diese Diskussion ist inzwischen zugunsten einer eigenständigen Präsentationsschicht abgeschlossen. Die

Präsentationsschicht definiert die Dienste, auf die die Applikationen zugreifen können und sie soll für möglichst viele Applikationen wie z.B.

- Virtual Terminal Service
- File Service
- Job Transfer and Manipulation Services (einschließlich Teletex, Telefax, Videotex, Graphik, Textverarbeitung)
- Computer Based Message Service (CBMS)

geeignet sein.

Zunächst sollen zwei Dokumente, eine Spezifikation des Darstellungsdienstes und eine Spezifikation der Darstellungsprotokolle zur Abstimmung für ein Draft Proposal vorgelegt werden.

Bei den Standards der Anwendungsschicht sind zunächst die von SC16 (*Open Systems Interconnections*) bearbeiteten Applikationen

Virtual Terminal

Virtual File

Job Transfer und Manipulation

Management (sehr umfangreiche Problematik!)

zu nennen. Hier wird damit gerechnet, daß für die die Dienstspezifikationen beinhaltenden Dokumente in 1984 die Abstimmungsprozedur zum Draft Proposal initiiert werden kann.

	1982	1983	1984	1985	1986	1987
File Transfer			DP DIS	IS		
Job Transfer			DP	DIS	IS	
Virtual Terminal				DP	DIS	IS
Presentation			DP	DIS	IS	
Session		DP DIS	IS			
Transport	DP	DIS	IS			
Network		DP	DIS	IS		
DP=Draft Proposal, DIS=Draft International Standard, IS=International Standard						
Abbildung 4. Entwicklung der OSI-Standards (nach [36])						

Bei dem 1981 neu gegründeten SC18 sind diejenigen Dienste in Bearbeitung, die in sehr allgemeiner Weise mit "Text, Preparation and Interchange" (TPI) umschrieben werden können. Aufgabe des SC18 ist es, eine Gesamt-



sicht des Themenkomplexes und dann darauf basierend Einzelstandards zu erarbeiten.

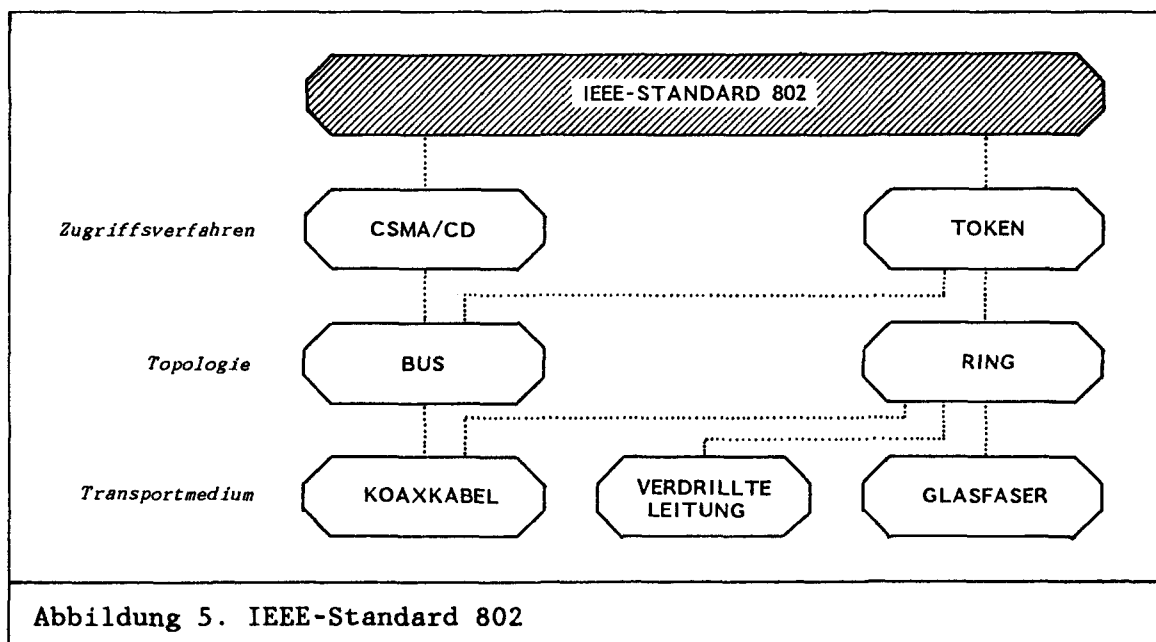
In diesen Bereich fällt auch der Themenkomplex 'CBMS', für den mit dem Projekt "Message Handling Systems" (MHS) bei CCITT eine parallele Aktivität läuft, zu der in wichtigen Teilbereichen 1984 Empfehlungen ausgesprochen werden sollen.

Zum Abschluß der vorangegangenen Diskussion kann festgestellt werden, daß in fast allen wichtigen Bereichen der Telekommunikation - soweit Standards noch nicht vorliegen - die Standardisierungsarbeiten energisch vorangetrieben werden und daß man im Zeitraum 1984 bis 1986 mit einer Reihe von Standards oder sich abzeichnenden Standards rechnen kann (Abbildung 4 auf Seite 8).

### Standardisierung im LAN-Bereich

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß das Transportsubnetz (Ebenen 1 bis 4 des OSI-Referenzmodells) die oberen Ebenen von den Charakteristika des Netzes abschirmt. Daraus folgt, daß es für die Ebenen 5 bis 7 (und damit auch für deren Standardisierung) keinen Unterschied macht, ob der Informationstransport durch ein LAN (Local Area Network) oder ein WAN (Wide Area Network) erfolgt.

Das Hauptproblem bei den lokalen Netzen ist der Zugriff zum Medium, der in Ebene 2 (Data Link Control) angesiedelt ist. Es ist deshalb vorgeschlagen worden, die Ebene 2 aufzuspalten in die Teilaspekte 'Media Access Control' und 'Logical Link Control'. Die Netzwerkschicht (Vermittlungsschicht) und die Transportschicht sind bei einem (einzelnen) lokalen Netz von untergeordneter Bedeutung. Wichtig im Zusammenhang mit lokalen Netzen (aber nicht nur dort) ist das 'Internetworking', d.h. das Zusammenspiel mehrerer (unabhängiger) Netze, eine Problematik, die in Ebene 3 abzuhandeln ist.



<sup>6</sup> ECMA = European Computer Manufacturers' Association

<sup>7</sup> IEEE = Institute of Electrical and Electronic Engineers

Besonders aktiv bei der Standardisierung im LAN-Bereich sind ECMA<sup>6</sup> und IEEE<sup>7</sup> Project 802 (vgl. [21,28]). Der IEEE 802-Standard (vgl. Abbildung 5) gestattet mehrere Zugriffsarten zum Medium (CSMA/CD, Token, Reservierung), mehrere Übertragungsverfahren (Basisband und Breitband) und mehrere Übertragungsmedien (Twisted Pair, Koax und Lichtwellenleiter). Am weitesten fortgeschritten - was den technischen Entwicklungsstand, die Standardisierung und die industrielle Verfügbarkeit von Komponenten angeht - ist Basisband-CSMA/CD (Ethernet), das von den Firmen DEC, Intel und Xerox vorangetrieben wird. Große Bedeutung kommt auch dem Token-Ring zu, der vom Marktführer IBM favorisiert wird.

## 1.4 WAN/LAN

Rechnernetze verschiedener Art existieren seit langem. Ein Unterscheidungsmerkmal sind die Entfernungen, die überbrückt werden können (in etwa: >10 km  $\Leftrightarrow$  Wide Area Network (WAN), <10 km  $\Leftrightarrow$  Local Area Network (LAN)); hinzu kommt, daß zur Überbrückung größerer Entfernungen i.a. die Dienste öffentlicher Träger (in Deutschland die Deutsche Bundespost) für den Informationstransport in Anspruch genommen werden müssen, wohingegen lokale Netze komplett unter der Jurisdiktion der Anwender stehen. Letztlich aber kommen - teilweise aus dem Vorgenannten begründbar - unterschiedliche technische Konzepte zur Anwendung. Dabei ist festzustellen, daß die WAN-Konzepte auch im lokalen Bereich anwendbar sind (in der Tat dienen eine Reihe von SNA-<sup>8</sup> oder DECnet-<sup>9</sup> Installationen dem Anschluß der lokalen Terminalperipherie an einen Host bzw. der lokalen Rechnerkopplung), während die LAN-Konzepte nicht auf größere Entfernungen übertragbar sind.

In letzter Zeit ist eine Einengung des LAN-Begriffes beobachtbar, etwa auf solche LAN-Typen, die durch den IEEE 802-Standard abgedeckt sind; dieser Vorgang ist aber noch nicht abgeschlossen, so daß hier eine gewisse begriffliche Unsicherheit herrscht.

Wenn über Rechnernetze gesprochen wird, taucht zunächst die Frage nach der Topologie auf. Da sind zunächst die 'reinen' Topologien wie Stern, Ring, Verzweigungsbaum und vollständiger Graph (zwischen je zwei Knoten existiert eine direkte Verbindung). Im lokalen Bereich werden solche Topologien häufig realisiert; im nichtlokalen Bereich sind aus Kostengründen, aber auch aus betriebstechnischer Sicht solche starren Schemata wenig geeignet, um vorgegebene Standorte miteinander zu verbinden; hier ist deshalb ein vermaschtes Netz der Normalfall.

Ein vermaschtes Netz bietet weitgehende Freiheit bei der Wahl der Verbindungswege, doch muß für diese Freiheit in erheblichem Maße durch erhöhte Komplexität bezahlt werden. Zunächst ist der Aufbau des Netzes selbst eine schwierige Aufgabe; aber auch andere Netzwerkprobleme wie Wegfindung

---

<sup>8</sup> SNA (Systems Network Architecture): Netzarchitektur der Firma IBM; realisiert in einer Reihe von Produkten in der /370-Welt, insbesondere in den Komponenten VTAM (Virtual Terminal Access Method) und NCP (Network Control Program); sehr weit verbreitet und eine Art Industriestandard, da inzwischen eine Reihe von Fremdfirmen SNA-fähige Komponenten anbieten.

<sup>9</sup> DECnet: Realisierung der Netzarchitektur DNA (Digital Network Architecture) der Firma Digital Equipment Corp. (DEC); geeignet zur Vernetzung aller von DEC angebotenen Rechner; besonders verbreitet im Minirechnerbereich.

(Routing), Flußkontrolle (Flow Control), Verstopfungskontrolle (Congestion Control), Pufferspeicherverwaltung (Buffer Management) sind dadurch bedingt oder werden dadurch verschärft.

Im Prinzip ist der Netzaufbau einfach: ein vermaschtes Netz ist grundsätzlich arbeitsfähig, wenn Konnektivität zwischen allen Knoten besteht. Wenn dieser Vorgang jedoch optimiert werden soll, was für eine vernünftige Netzwerkperformance unerlässlich ist, dann entsteht eine Optimierungsaufgabe höchsten Schwierigkeitsgrades: Es soll ein optimaler Service geboten werden (nach verschiedenen Kriterien wie Durchsatz, Antwortzeitverhalten, Sicherheit, ...) unter Minimierung der Kosten (unter Berücksichtigung der eigenen Investitionen und der Tarifstruktur der öffentlichen Träger) und unter Berücksichtigung der durch die öffentlichen Träger vorgegebenen Randbedingungen; dies alles für allenfalls sehr unscharf vorgegebene und überdies stark schwankende Anforderungen und unter weiteren Nebenbedingungen wie z.B. der, daß jeder Knoten auf mindestens zwei disjunkten Pfaden erreichbar sein soll.

Die Routing-Tabellen (sie enthalten die Information darüber, an welchen Nachbarknoten Informationen geschickt werden müssen, die für einen vorgegebenen Zielknoten bestimmt sind) werden beim Netzaufbau erstellt, und bei statischem Routing ist die Routing-Funktion damit praktisch abgedeckt. Bei dynamischem Routing, d.h., bei automatischer Einbeziehung sich dynamisch ändernder Netzwerkparameter (wie beispielsweise die akute Belastung bestimmter Verbindungsstrecken oder Knoten) besteht das Hauptproblem in der permanenten Aktualisierung der Routing-Tabellen. Dazu müssen die relevanten Netzwerkparameter erfaßt, ausgewertet und die Konsequenzen (u.U. eine Kette von Routing-Tabellen-Änderungen) durch das Netz propagiert werden, und zwar so, daß das Netz in jedem Augenblick konsistent ist und die vorhandenen Betriebsmittel nicht überwiegend durch diese Art der Netzverwaltung aufgezehrt werden.

Beim Ring bzw. Stern ist eine Routing-Funktion überhaupt nicht und beim Verzweigungsbaum nur in rudimentärer Form erforderlich.

Unter Verstopfung (Congestion) versteht man die Überlastung eines oder mehrerer Verbindungswege oder Knoten, verbunden mit einer signifikanten Reduktion des Netzdurchsatzes. Kennzeichnend ist, daß eine Verstopfung i.a. nicht ihre Ursache in dem betroffenen Knoten hat (der also weder Quelle noch Senke des verursachenden Datenstromes ist) und durch lokale Maßnahmen im betroffenen Knoten auch nicht behoben werden kann. Ferner zeigen Verstopfungen - wenn nicht rechtzeitig eingegriffen wird - die Tendenz, sich in Richtung der Quelle(n) auszubreiten, verbunden mit einer Unterbelastung des Netzes (obwohl Last vorhanden wäre) in der entgegengesetzten Richtung.

Verstopfungen können also nur an der Quelle des kritischen Datenstromes, d.h. wo dieser ins Netz eingespeist wird, bekämpft werden. Dies ist nicht leicht zu realisieren: zum einen ist es schwierig, aus einem Gesamtdatenstrom diejenigen Teilströme herauszufiltern (unter Wahrung des Fairness-Prinzips), die die Ursache einer Verstopfung bilden, zum anderen sind die Kontrollinformationen, die zur Behebung der Verstopfung fließen müssen, auf das gleiche gestörte Netz angewiesen, d.h., sie werden selbst durch die Situation, die sie beheben sollen, behindert. Es muß daher das Ziel einer jeden Verstopfungskontrolle sein, kritische Anzeichen rechtzeitig zu registrieren und durch geeignete Maßnahmen das Entstehen einer Verstopfung von vornherein zu verhindern.

Es besteht ein Zusammenhang zwischen dynamischem Routing und Verstopfungskontrolle; dynamisches Routing ist ein Hilfsmittel zur Umleitung kritischer Datenströme und zur Erzielung einer gleichmäßigen Netzbelastung.

Wie nachfolgend erläutert wird, ist die Flußkontrolle (Flow Control) verwandt mit der Verstopfungskontrolle, zumindest, was die Mechanismen zur Steuerung betrifft; sie ist jedoch nicht topologieabhängig.

Von Hause aus ist die Flußkontrolle kein Netzwerkproblem. Sie basiert auf der Notwendigkeit, daß, wann immer zwei unterschiedlich leistungsfähige Geräte miteinander kommunizieren, das schnellere der Geräte die Sendegeschwindigkeit so weit herabsetzen muß, daß das langsamere nicht mit Daten überflutet wird. Dies gilt z.B. auch, wenn im Rechenzentrum Geräte über normalen Kanalanschluß Daten austauschen.

Die Methode zum Schutz des langsameren Gerätes ist seit langem bekannt: Daten werden in Blöcken angemessener Größe ausgetauscht, wobei durch ein 'handshaking'-Verfahren das langsamere der Geräte den Takt bestimmt. Dieses simple Verfahren ist - im Grenzbereich mit geringen Abstrichen - auch im LAN-Bereich für Zwecke der Flußkontrolle ausreichend. Dies gilt aber nicht mehr im WAN-Bereich. Ein WAN ist ein eigenständiges Element zwischen den Kommunikationspartnern und schafft insbesondere durch sein sehr viel ungünstigeres Zeitverhalten völlig andere Bedingungen, so daß der bekannte, simple Mechanismus zur Flußkontrolle nicht mehr ausreicht. Erst an dieser Stelle wird Flußkontrolle ein Netzwerkproblem.

Es kann nunmehr folgendes kargestellt werden: Flußkontrolle ist ein Mechanismus, der es gestattet, den Datenfluß an der Datenquelle so zu regulieren (d.h. reduzieren), daß die Datensenke nicht überlastet wird; Verstopfungskontrolle ist ein Mechanismus, der es gestattet, den Datenfluß an der Datenquelle so zu regulieren, daß im Netzwerk (d.h. zwischen Datenquelle und Datensenke) keine Überlastungsprobleme auftreten.

Es ist offensichtlich, daß der gleiche Mechanismus für beide Anliegen zur Anwendung kommen kann. Zur Anwendung kommt häufig ein Fenstermechanismus (z.B. auch bei SNA); dabei werden Informationen in Gruppen zu  $k$  Blöcken ( $k$ =Fenstergröße) vom Sendeknoten zum Empfangsknoten geschickt. Die Fenstergröße kann abhängig von der Pfadlänge (Anzahl der Zwischenknoten) festgelegt werden und ist dynamisch variabel in Abhängigkeit vom Netzzustand (Verstopfungskontrolle) und von der Situation im Empfangsknoten (Flußkontrolle).

Die Anforderungen, die an die Steuerung gestellt werden, sind hoch: Der Mechanismus soll unter allen Umständen zuverlässig seine Aufgabe erfüllen, darüberhinaus soll er möglichst transparent sein, d.h., nicht selbst in nennenswertem Umfang Netzwerk-Ressourcen verbrauchen und keine Auswirkungen über die beabsichtigten hinaus haben, insbesondere also nicht den Netzwerkverkehr über das erforderliche Maß hinaus drosseln.

Die hier dargestellte Sicht der Dinge entspricht in etwa der IBM/SNA-Welt. Man kann die Dinge auch etwas anders betrachten. Flußkontrolle ist - wie hier dargestellt - eine Source-Destination-, also eine Ende-zu-Ende-Problemstellung und gehört somit in die Ebene 4 und teilweise sogar in die Ebene 5 des OSI-Referenzmodells. Flußkontrolle kann aber auch als ein Problem zwischen benachbarten Knoten aufgefaßt werden (sinnvoll insbes. bei Netzen mit dynamischem Routing), gehört dann in die Ebene 2 und bedarf anderer Mechanismen.

In manchen Arbeiten (etwa Gerla/Kleinrock, [12]) wird der Begriff Flow Control als Überbegriff für Flow Control, Congestion Control und Buffer Management verwendet.

Die Pufferspeicherverwaltung hängt eng mit der Verstopfungs- und Flußkontrolle zusammen. Auf die damit zusammenhängenden Probleme soll hier nicht weiter eingegangen werden. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß gerade in vermaschten Netzen wegen der möglichen Variabilität bei der Verteilung



von Datenzuflüssen und Datenabflüssen wie auch der u.U. stark unausgeglichene Summendatenraten für Zufluß und Abfluß eine flexible, effektive und dabei sichere Pufferspeicherverwaltung außerordentlich schwierig ist. Erschwerend kommt hinzu, daß ein Knoten über die Datenflüsse, für die er weder Quelle noch Senke ist, keine direkte Kontrolle hat, sondern nur indirekt über das Hilfsmittel der Verstopfungskontrolle darauf Einfluß nehmen kann.

Bei einem stern- oder ringförmigen Netz ist das Problem deutlich einfacher. Bei einem Ring z.B. ist immer sichergestellt, daß Daten, die vom Ring in einen Knoten hineinfließen auch mit gleicher Geschwindigkeit wieder abfließen können. Probleme können somit nur solche Datenströme bereiten, für die ein Knoten selbst Quelle oder Senke ist; diese hat der Knoten aber selbst unter Kontrolle.

## 1.5 LOKALE NETZE

Wie anfangs bereits erwähnt, zeichnen sich lokale Netze dadurch aus, daß sie nur begrenzte Entfernungen überbrücken müssen und keine öffentlichen Träger für die Datenübermittlung benötigen. Daraus ergibt sich:

1. Es können relativ preiswert hohe Datenraten erzielt werden.
2. Es entstehen keine nutzungsabhängigen Kosten.

Zusammen führt dies zu folgenden für die Konzipierung von LANs wirksamen Fakten:

- Es können verhältnismäßig ineffektive, aber leicht und billig zu implementierende Strategien und Protokolle zur Anwendung kommen.
- Es können laufzeitabhängige Verfahren und Methoden (CSMA/CD, Broadcast) verwendet werden.
- Es können ohne grundsätzliche Nachteile Verfahren ins Kalkül gezogen werden, die einen permanenten Verkehr im Netz erzeugen (z.B. Token Passing).

Diese gemeinsame Basis hat dazu geführt, daß im LAN-Bereich nur noch eine begrenzte Zahl von Alternativen ernsthaft diskutiert und als Standard ausgearbeitet wird. Allen gemeinsam ist, daß es Broadcast-Systeme sind (alle Netzteilnehmer hören den gesamten Verkehr im Netz ab, aber nur die adressierte Einheit übernimmt die Informationen). Wenn man - wie in Tab.1 geschehen - eine Gegenüberstellung LAN - WAN bezüglich der traditionellen Netzwerkprobleme durchführt, dann ist festzustellen, daß die Gegebenheiten im LAN-Bereich doch zu einer deutlichen Vereinfachung führen und daß der einzige wirkliche Problempunkt der Zugriff zum Medium ist.

PROBLEMPUNKT	LAN	WAN
Aufbau des Netzes ( $n > \text{trivial}$ , optimiert)	—	●●
Routing (Wegfindung)	—	●
Flow Control (Flußkontrolle)	○	●
Congestion Control (Verstopfungskontrolle)	—	●
Zugriff zum Medium	●	—
Pufferverwaltung	○	●
Tab. 1: Gegenüberstellung LAN - WAN		

Grundsätzlich können zwei unterschiedliche Konzepte zur Anwendung kommen:

1. Probabilistische Verfahren (random access)

Das bekannteste und im lokalen Bereich überwiegend zur Anwendung kommende Random Access Verfahren ist der CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)-Bus (Ethernet). Ein Bus ist ein bidirektional betriebener linearer (d.h. loop-freier) Datenkanal, an den die Stationen angeschlossen sind (vgl. Abbildung 6)

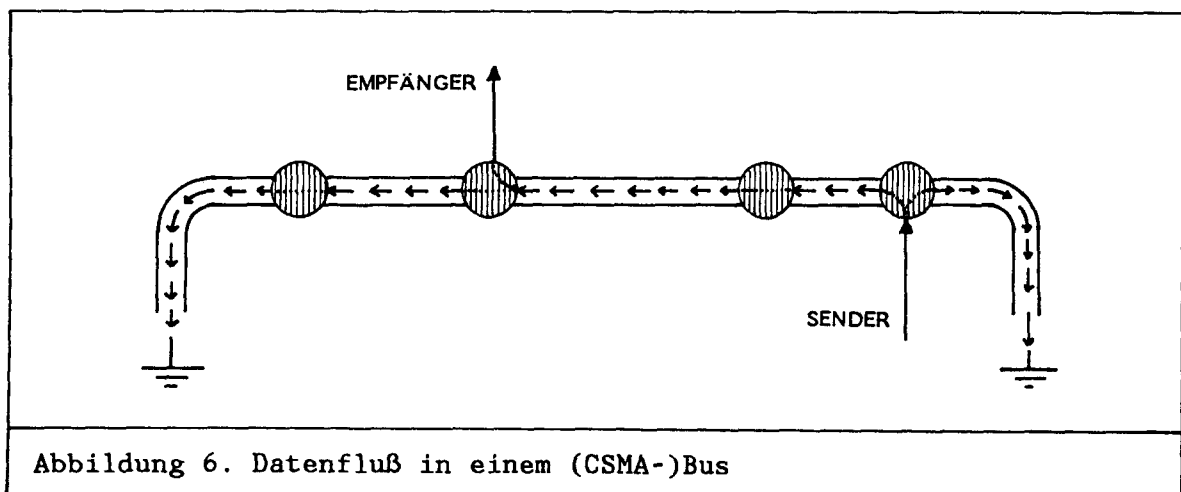


Abbildung 6. Datenfluß in einem (CSMA-)Bus

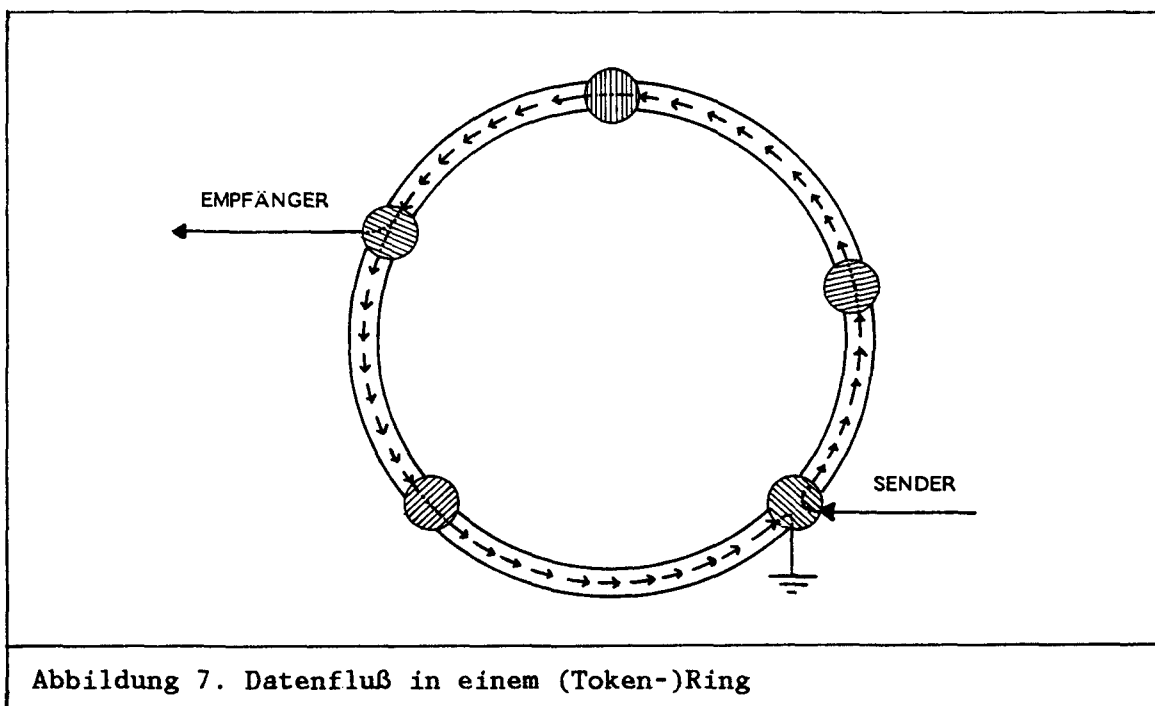
Eine sendewillige Station hört zunächst das Medium ab (LBT=Listen Before Talking) und startet die Übertragung, falls der Übertragungskanal frei ist. Auch während des Sendens wird das Medium weiter abgehört (LWT=Listen While Talking); wenn die empfangenen Signale nicht gleich den gesendeten oder nicht sauber sind (durch Kollision mit Signalen einer gleichzeitig sendenden anderen Station) wird die laufende Übertragung sofort abgebrochen. Dies führt bei einem günstigen Verhältnis zwischen der Übertragungszeit eines Datenblockes und der Signallaufzeit zu einer signifikanten Verkürzung der (nutzlosen) Übertragung kollidierender Datenblöcke.

Eine Kollision tritt trotz vorherigen Abhörens des Mediums dann auf, wenn zwei Stationen quasi gleichzeitig (die Zeitdifferenz zwischen dem Beginn der Übertragungen ist geringer als die Signallaufzeit zwischen den beteiligten Stationen) zu senden beginnen. Um ein stabiles

Zugriffsverfahren zu erhalten, müssen nach einer Kollision die quasi gleichzeitig aufgetretenen Übertragungswünsche zuverlässig sequenzialisiert werden. Hier können wiederum probabilistische oder deterministische Lösungen gewählt werden. Eine bekannte probabilistische Lösung ist die 'binary exponential backoff' genannte Methode (Ethernet), bei der die an einer Kollision beteiligten Stationen nach einer zufallsbedingten Wartezeit, deren Mittel exponentiell mit der Zahl der erlittenen Kollisionen (für den gleichen Datenblock) ansteigt, den Übertragungsversuch wiederholen. Eine andere, deterministische Methode besteht darin, daß nach einer Kollision die beteiligten Stationen nach vorgegebenen Prioritäten die gescheiterte Übertragung wiederholen (HYPERchannel).

## 2. Deterministische Verfahren (controlled access)

Das wichtigste dieser Verfahren ist der Token-Ring (vgl. Abbildung 7). Beim Token-Ring kreist ein Token (eine Sendeberechtigung) permanent zwischen den Stationen des Ringes. Eine sendewillige Station muß warten bis sie die Sendeberechtigung (free token) erhält; diese wandelt sie in ein 'busy token' und überträgt den anstehenden Datenblock. Nachdem der Datenblock den Ring umrundet hat, ist die sendende Station dafür verantwortlich, die kreisende Information wieder vom Ring zu entfernen. Anschließend generiert sie eine neue Sendeberechtigung (free token) und sendet sie zur Nachbarstation.



Das Token-Prinzip ist relativ leicht auf einen Bus übertragbar. Beim Bus gibt es keine natürliche Reihenfolge der Stationen; es muß deshalb für jede Station festgelegt werden, an welche Station sie die Sendeberechtigung weiterreichen soll, und sie muß die Zielstation explizit adressieren. Dadurch wird ein logischer Ring erzeugt.

Andere bekannte Ring-Zugriffsmechanismen sind der 'Slotted Ring' (Cambridge Ring, Pierce Loop) und der 'Buffer Insertion Ring' (Lui-Ring).

### 1.5.1 VOR- UND NACHTEILE DER ZUGRIFFSMETHODEN

Random Access Methoden haben den Vorteil, daß sie bei geringer Netzbelastung einen einfachen und extrem schnellen Zugriff zum Netz gestatten. Nachteilig ist, daß aufgrund der stochastischen Natur der Verfahren keine maximalen Wartezeiten für sendewillige Stationen garantiert werden können (dieses Faktum sollte (vgl. [49]) nicht überbewertet werden!) und bei steigender Last durch die steigende Zahl von Kollisionen und damit Wiederholungen die Verfahren ineffektiv und schließlich instabil (effektiver Durchsatz  $\rightarrow 0$ ) werden.

Deterministische Verfahren haben den Vorteil, daß - wenn auch auf sehr niedrigem Niveau - maximale Wartezeiten garantiert werden können; darüberhinaus sind sie inhärent stabil und der Overhead wächst nicht mit steigender Belastung. Nachteil ist, daß immer ein Teil der vorhandenen Ressourcen für die Organisation des Datenverkehrs verbraucht wird; dieser Aufwand wird bei geringer Netzbelastung relativ gesehen sehr groß. Das ist - solange keine nutzungsabhängige Abrechnung erfolgt - unerheblich, was den Verbrauch von Ressourcen angeht, da in dieser Situation ja nur Kapazitäten verbraucht werden, die andernfalls ungenutzt wären; es führt jedoch zu vermeidbaren Verzögerungen.

Nach dem vorher gesagten müssen Verfahren, die zwei Modi kennen, nämlich probabilistischen Zugriff bei geringer Last und deterministischen Zugriff bei höherer Last (etwa angezeigt durch das Auftreten von Kollisionen) als sinnvoll angesehen werden.

### 1.5.2 SITUATION IM LAN-BEREICH

Die Entwicklung im LAN-Bereich ist wesentlich stimuliert worden durch das im Palo Alto Research Center (PARC) von Xerox entwickelte und 1976 durch eine Veröffentlichung von Metcalf & Boggs [40] erstmalig einer breiten Öffentlichkeit vorgestellte Ethernet. Die Feststellung, daß ein großer Teil der nachfolgenden Diskussionen und Veröffentlichungen im LAN-Bereich der Auseinandersetzung mit dem Ethernet-Konzept gewidmet ist, ist nicht übertrieben. Heute wird die Weiterentwicklung und Durchsetzung von Ethernet in erster Linie von der DIX (DEC, Intel, Xerox)-Firmengruppe betrieben.

Lange Zeit - bis etwa 1980 - hatte es den Anschein als ob Ethernet **der** Standard im LAN-Bereich werden könnte. Inzwischen hat sich die Situation geändert. Zum einen hat der Marktführer IBM mit dem Token-Ring eine funktionale und (als Zürich-Ring) funktionierende Alternative vorgestellt, in die zuständigen Standardisierungsgremien hineingetragen und dort mit Nachdruck vertreten; zum anderen hat das Ethernet (CSMA/CD)-Konzept inhärente Schwächen, die mit fortschreitender technologischer Entwicklung deutlicher zutage treten:

1. Aufgrund der probabilistischen Natur des Netzzugriffes ist Ethernet nicht im 'harten' Sinne realtime-tauglich, obgleich bei nicht allzu hoher Netzbelastung die Reaktionszeiten im praktischen Betrieb für die meisten Anwendungen ausreichen.
2. Beim CSMA/CD-Prinzip besteht ein kritisches Gleichgewicht zwischen der Block(Paket)-Übertragungsdauer (gegeben durch die Blocklänge und die Übertragungsgeschwindigkeit) und der Signallaufzeit (gegeben durch die maximal zulässige Entfernung kommunizierender Partner).



Dies bedeutet, daß technologische Fortschritte im Bereich der Übertragungsgeschwindigkeit (Ethernet-Standard 10 Mbps) oder der überbrückbaren Entfernungen nicht ohne weiteres nutzbar gemacht werden können.

3. Beim Ethernet ist die Logik des Medienzugriffs (CSMA/CD) relativ einfach, der Analogteil (Bedienung des Mediums) jedoch vergleichsweise aufwendig; beim Token-Verfahren ist die Verfahrenslogik komplizierter, der Analogteil aber simpel. Es wird argumentiert, daß diese Situation - da logische Komplexität leichter zu integrieren ist - langfristig zu Kostenvorteilen für die Token-Verfahren führen wird.

Trotz der vorgenannten Nachteile, die allerdings auf absehbare Zeit für eine Reihe von Anwendungen (z.B. im Bürobereich, für den Ethernet ursprünglich entwickelt worden ist) in ihrer Bedeutung nicht überschätzt werden sollten, wird Ethernet eine wichtige Rolle im LAN-Bereich spielen, schon deshalb, weil es vor seinen wichtigsten Konkurrenten einen deutlichen Entwicklungsvorsprung besitzt.

### 1.5.3 EINSATZBEREICH LOKALER NETZE

Lokale Netze haben im Gesamtkomplex der Kommunikation eine wichtige Aufgabe zu erfüllen:

Sie sind das einheitliche und umfassende Medium, über welches (potentiell) jedem Benutzer die in steigender Vielfalt angebotenen Datenverarbeitungs- und Kommunikationsdienste am Arbeitsplatz verfügbar gemacht werden.

Eine Fortschreibung der gewachsenen Zustände, die im wesentlichen eine eigene Kommunikationslogik und separate Netzkonstellationen für jeden Dienst beinhalten, führt bei steigender Zahl von Diensten und der damit verbundenen steigenden Zahl von Benutzern zur Inflexibilität und überdies zu unverträglich hohen Kosten. Ein größeres LAN ist (ebenso wie ein größeres WAN) kein statisches Gebilde, sondern muß permanent an die sich lokal und funktional dynamisch ändernden Anforderungen sowie an die fortschreitende Gesamtentwicklung adaptiert werden. Dies ist keine leichte Aufgabe; dennoch liegt es weniger an den (Transport-) Fähigkeiten der lokalen Netze, wenn die Entwicklung auf diesem Gebiet in letzter Zeit etwas ins Stocken geraten ist. Die Gründe dafür sind in erster Linie die folgenden:

- Das Fehlen von einheitlichen Gesamtlösungen aus Benutzersicht.  
Dies ist in erster Linie ein Problem der Applikationssoftware, das noch dadurch verschärft wird, daß in zunehmendem Maße nicht fachspezifisch (in Sachen DV und Kommunikation) vorgebildete Personen Nutzer der angebotenen Dienste sein sollen; hierdurch werden an die Mensch-Maschine-Schnittstelle erhöhte Anforderungen bezüglich der Benutzerfreundlichkeit gestellt.
- Das Fehlen von geeigneten Endstellen.  
Ein Netz ist zunächst einmal ein Transportmedium zwischen Endstellen, in erster Linie Teilnehmerendgeräten (Terminals und Hosts).  
Bezüglich der Terminals ist es aus Gründen der Praktikabilität, des Platzbedarfs und der Kosten undenkbar, daß in größerem Umfange Datenverarbeitungs- und Kommunikationsdienste verfügbar gemacht werden, wenn für verschiedene Dienste verschiedene Terminals am Arbeitsplatz vorgehalten werden müssen. Deshalb sind die multifunktionalen Termin-

als für die Arbeitsplatzgestaltung in der Zukunft von zentraler Bedeutung.

Bezüglich der Hosts ist festzustellen, daß die meisten Systeme in ihrer Konzeption (Hardware und Software) einer Zeit entstammen, in der allgemeine Kommunikationsfähigkeit nicht im Mittelpunkt des Interesses stand. Demzufolge fehlt vielen Host-Systemen eine den Fähigkeiten der lokalen Netze entsprechende leistungsfähige und flexible Kommunikationsschnittstelle.

- Das Erscheinen Datentransfer-tauglicher digitaler Nebenstellenanlagen (Beschreibung im folgenden Kapitel). Funktional bestehen zwischen diesen und den LANs fundamentale Unterschiede. Trotz dieser Unterschiede bilden die digitalen Nebenstellenanlagen für viele Anwendungen eine attraktive Alternative zu den vorher beschriebenen LANs.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die potentiellen Anwender von Local Area Networks (LANs) angesichts der noch vorhandenen Unzulänglichkeiten im Gesamtkomplex der lokalen Kommunikation derzeit mit der Einführung zögern und es zeichnet sich ab, daß die LANs aufgrund der Konkurrenz durch digitale Nebenstellenanlagen überhaupt nicht den Verbreitungsgrad finden werden, der noch vor wenigen Jahren angenommen wurde. In diesem Falle arbeitet die Zeit gegen die klassischen LANs!

## 1.6 DIGITALE NEBENSTELLENANLAGEN

Nebenstellenanlagen sind zentrale Vermittlungsstellen, an die die Endstellen sternförmig angeschlossen werden; im Fernsprechbereich sind solche Anlagen seit langem im Einsatz.

Seit dem Ende der siebziger Jahre gibt es sogenannte Datenvermittler (Switching Systems), bei denen das Nebenstellenkonzept auf die Datenkommunikation übertragen worden ist. Die mittels Datenvermittler aufbaubaren lokalen Netze arbeiten analog zum lokalen Telefonnetz, sind aber von diesem getrennt (keine Sprach-/Datenintegration, da zwar gleichartige, nicht aber die gleichen Netzelemente verwendet werden); eine Verbindung zwischen dem Datennetz und dem (öffentlichen) Fernsprechnet kann über den Vermittler erfolgen.

Seit kurzem im Gespräch und z.T. auch schon lieferbar sind digitale Nebenstellenanlagen der 3. Generation. Diese erlauben die volle Integration von Sprach- und Datenkommunikation. Wichtig - auch für die Wertung dieses Konzeptes für die lokale Kommunikation - ist, daß es sich dabei um nichts anderes als die Fortsetzung des ISDN-Konzeptes in den lokalen Bereich hinein handelt; es ist deshalb sinnvoll, nicht nur das Konzept sondern auch die Standards zu übernehmen. Die Integration beruht auf der Verwendung eines digitalen Kommunikationskanals, der sowohl für Sprach- wie auch für Datenübertragungen genutzt werden kann und der in Übereinstimmung mit den ISDN-Standards eine Übertragungsleistung von 64 kbps hat.

Die Verwendung dieses in der Sprachkommunikation seit langem bekannten und bewährten Prinzips liegt nahe, ist aber an die Erfüllung von Vorbedingungen geknüpft, da die Datenkommunikation andere Anforderungen an ein Vermittlungssystem stellt:

1. Die Verbindungsdauer schwankt (systematisch) sehr stark. Sie kann

- extrem kurz sein (im Bereich von hundertstel Sekunden) beim Nachrichtenaustausch zwischen Computern,
  - extrem lang sein (viele Stunden) bei Terminalsitzungen.
2. Die Anforderungen an die Datensicherheit sind hoch.  
Im Bereich der Datenkommunikation ist per Definition jedes Bit wichtig. Daraus folgt, daß Informationen unter allen Umständen vollständig und korrekt übertragen werden müssen.

Aus diesen Charakteristika lassen sich folgende Anforderungen an ein datentaugliches Vermittlungssystem ableiten:

1. Die Verbindungsaufbauzeiten müssen kurz sein.
2. Der Vermittler sollte blockierungsfrei arbeiten.
3. Der Vermittler muß störungsfrei arbeiten.

Die heute im Fernsprecbereich vorwiegend im Einsatz befindlichen elektromechanischen Vermittler erfüllen diese Forderungen nicht. Die Verbindungsaufbauzeiten dauern im Bereich von Zehntelsekunden bis Sekunden, sie arbeiten nicht blockierungsfrei (was im Fernsprecbereich auch nicht notwendig ist, da im Mittel immer nur ein kleiner Teil der angeschlossenen Teilnehmer aktiv ist), und diese Geräte können Störungen erzeugen, was bei reiner Sprachkommunikation ebenfalls bedeutungslos ist.

Digitale Nebenstellenanlagen der dritten Generation, die komplett rechnergesteuert sind, erfüllen die Bedingungen:

Die Verbindungsaufbauzeiten liegen im Milisekundenbereich, sie arbeiten blockierungsfrei, d.h., sie erlauben so viele aktive Verbindungen wie bei gegebener Zahl von Anschlüssen möglich sind, und sie produzieren bei Schaltvorgängen keine Störungen. Überdies erlauben einige die Kaskadierung des Prinzips, d.h. Vermittlungsstellen können lokal sternförmig hintereinander geschaltet werden, was eine verbesserte Anpassung an örtliche Gegebenheiten erlaubt.

Bei der Gegenüberstellung der Eigenschaften von digitalen Nebenstellenanlagen und LANs resultieren die wesentlichen Unterschiede aus den grundsätzlich unterschiedlichen Funktionsprinzipien:

Nebenstellenanlagen arbeiten nach dem Prinzip der Leitungsvermittlung (circuit switching), LANs nach dem Prinzip der Paketvermittlung (packet switching). Da diese beiden Prinzipien für das Verständnis wichtig sind, sollen sie nachfolgend in ihrer grundsätzlichen Funktionsweise kurz erläutert werden.

**Leitungsvermittlung.** Bei der Leitungsvermittlung wird (im Prinzip) eine Leitungsverbindung vom anfordernden Kommunikationspartner zum Zielknoten geschaltet. Nachdem der Verbindungsaufbau beendet ist, steht die Verbindung den Kommunikationspartnern zur exklusiven Benutzung zur Verfügung.

Die Nachteile dieses Prinzips sind:

1. Der Overhead, der beim Aufbau der Verbindung entsteht (Es werden bereits Netzwerkressourcen reserviert, bevor die Verbindung komplett und damit benutzbar ist).
2. Die Tatsache, daß die Verbindung für die beteiligten Kommunikationspartner reserviert ist, führt zu einer schlechten Ausla-

stung, wenn diese die Kapazität der Verbindung nicht oder nicht permanent nutzen können.

Diese Charakteristik zeigt an, daß Leitungsvermittlung für solche Anforderungen geeignet ist, die die volle Leitungskapazität für einen nichttrivialen Zeitraum benötigen. Dies ist der Fall für Datenquellen, die mit konstanter Rate senden (z.B. Sprachverkehr), aber auch bei der Übertragung größerer Datenmengen zwischen Rechnern.

Da die Anzahl der schaltbaren Verbindungen notwendigerweise beschränkt ist, kann es keine Garantie für den Zugriff zum Netz geben, wenn die Zahl der Netzteilnehmer die Zahl der möglichen Verbindungen um mehr als das Doppelte übersteigt oder wenn zu dem gewünschten Zielknoten bereits eine andere Verbindung besteht. Wenn ein Benutzer aber Zugriff zum Netz erhält, d.h. die gewünschte Verbindung hergestellt werden kann, dann bekommt er einen garantierten Service betreffend Datenrate und Verzögerungszeit, die nur von den Eigenschaften der geschalteten Verbindung abhängt nicht aber vom Zustand des Netzes (z.B. Netzbelastung).

Ein Zusammenbruch der Leitungsverbindung unterbricht grundsätzlich die Kommunikationsverbindung.

**Paketvermittlung.** Bei der Paketvermittlung ist jedes Paket (=Informationsblock) eine in sich geschlossene und vollständige Einheit, die für sich vom Sender zum Empfänger transportiert wird und deshalb alle Informationen enthält, die die Netzkomponenten benötigen, um diesen Transport korrekt durchführen zu können.

Der Vorteil dieses Prinzips liegt darin, daß im eigentlichen Sinne keine Verbindung zwischen den Kommunikationspartnern geschaltet wird (es besteht lediglich eine virtuelle, d.h. logische Verbindung zwischen den Kommunikationspartnern) und deshalb auch keine Ressourcen reserviert werden.

Overhead entsteht hier durch den Paket-Header, der die zur Beförderung des Paketes notwendigen Informationen enthält und der eigentlichen Nutzinformation vorangestellt wird; es wird also mehr als die Nutzinformation durch das Netz transportiert. Weiterer Overhead entsteht dadurch, daß die Pakete auf individueller Basis durch das Netz geleitet werden, d.h. für jedes Paket entsteht ein Bearbeitungsaufwand in jedem Knoten, den es passiert.

Aus dieser Beschreibung ergibt sich, daß Paketvermittlung gut geeignet ist für unregelmäßig und stoßweise auftretende Verkehrslast, nicht aber für einen gleichmäßigen Informationsfluß zwischen festen Partnern.

In paketvermittelten Netzen gibt es keine garantierte Dienstgüte betreffend Durchsatz (Datenrate) und Verzögerung. Garantiert wird i.a. der Zugriff zum Netz zu jedem Zeitpunkt und die korrekte Ablieferung jedes dem Netz übergebenen Paketes, vorausgesetzt die Header-Information ist korrekt und es existiert mindestens ein Verbindungsweg zwischen Sender und Empfänger.

Der Ausfall eines Verbindungsweges führt nicht notwendig zum Zusammenbruch einer Kommunikationsverbindung, solange noch Konnektivität zwischen den kommunizierenden Partnern besteht.

In einem paketvermittelten Netz kann jeder Teilnehmer über eine einzige Netzschnittstelle gleichzeitig mehrere Kommunikationsverbindungen zu anderen Netzteilnehmern aufrecht erhalten.

Im folgenden nun eine Gegenüberstellung von LANs und digitalen Nebenstellenanlagen nach den wichtigsten Kriterien:

- **Kommunikationsverbindungen**

- In einem *LAN* können über einem einzigen Netzzugang mehrere aktive Kommunikationsverbindungen betrieben werden. Dieser unbestreitbare Vorteil kann häufig allerdings nicht voll genutzt werden, weil auf Host-Seite eine entsprechend leistungsfähige und flexible Schnittstelle fehlt.
- Bei einer *Nebenstellenanlage* kann i.a. über jeden Netzzugang nur eine Kommunikationsverbindung betrieben werden. Eine Endstelle (z.B. ein Host), die gleichzeitig mehrere Kommunikationsverbindungen aktiv betreiben will, muß mit entsprechend vielen Netzzugängen ausgerüstet werden.

- **Leistung, Durchsatz**

- In einem *LAN* kann die einem einzelnen Netzteilnehmer verfügbare Leistung sehr hoch - nämlich die Gesamtkapazität des Netzes - sein. Wie groß die im konkreten Fall verfügbare Leistung für eine bestimmte Kommunikationsverbindung ist, ist nicht vorhersagbar, da sie von der Zahl der angeschlossenen Netzteilnehmer und deren augenblicklicher Aktivität abhängt. Bei Überlastung kann der für den einzelnen Teilnehmer garantierbare Durchsatz sehr niedrig sein, bei probabilistischen Verfahren sogar der effektive Gesamtdurchsatz drastisch zurückgehen. Fairerweise muß gesagt werden, daß LANs i.a. für eine geringe mittlere Belastung ausgelegt werden und in der Praxis - da sich die meisten Netze erst am Anfang ihrer Ausbaumöglichkeiten befinden - häufig sogar extrem gering belastet sind, so daß Durchsatz oder verfügbare Leistung in der Mehrzahl der Fälle keine Problempunkte sind.
- Bei *Nebenstellenanlagen* hat jede Kommunikationsverbindung ihre vorgegebene Leistung, die auch bei totaler Netzauslastung erhalten bleibt, allerdings auch bei niedriger Gesamtbelastung nicht erhöht werden kann. Die Datenrate beträgt in Anlehnung an ISDN-Vorgaben 64 kbps bzw. Vielfache davon. Dies reicht für fast alle Kommunikationsbedürfnisse aus - mit Ausnahme der Bewegtbildkommunikation und der schnellen Rechner-Rechner-Kopplung. Das Netzwerk als Ganzes kann bei blockierungsfrei arbeitenden Vermittlungssystemen niemals überlastet werden. Dies bedeutet nicht, daß grundsätzlich jede gewünschte Kommunikationsverbindung zustande kommen muß, da ein einzelner Netzteilnehmer sehr wohl überlastet sein kann, wenn mehr Kommunikationsverbindungen gewünscht werden als Zugriffspunkte zum Netz vorhanden sind. Die mögliche Gesamtdatenrate, die sich durch Summierung über alle gleichzeitig möglichen Verbindungen ergibt, ist bei Vermittlungssystemen i.a. deutlich höher als bei LANs.

- **Ausbaubarkeit**

- Bei *LANs* ist die Ausbaubarkeit (max. Anzahl von Stationen) vergleichsweise beschränkt. Dies ist z.T. technisch bedingt, weil zusätzliche Endstellen zu einer Verringerung der zulässigen Entfernungen führen würden; zum anderen ist bereits darauf hingewiesen worden, daß der Service von der Anzahl der konkurrierenden Teilnehmer abhängig ist. Solche Beschränkungen bestehen meist für Teilnetze bzw. Netzsegmente, wobei in der Regel die Möglichkeit

besteht, mehrere Segmente zu größeren Netzen zusammenzuschalten. Diese Möglichkeit ist dann besonders nützlich und für die Performance des Gesamtnetzes unproblematisch, wenn die Laststruktur so beschaffen ist, daß ein großer Teil der Verkehrslast lokal, d.h. jeweils innerhalb eines Segmentes abgewickelt werden kann.

- Bei *Nebenstellenanlagen* gibt es in weiten Grenzen keine grundsätzlichen Beschränkungen der Teilnehmerzahlen und auch die in der Praxis angebotenen Anlagen sind bis zu sehr großen Teilnehmerzahlen (etliche Tausend) ausbaubar. Bei öffentlichen Vermittlungssystemen, die prinzipiell in gleicher Weise funktionieren, sind noch weit größere Teilnehmerzahlen realisiert.

#### • **Infrastruktur**

- *LANs* benötigen in der Regel spezielle vom LAN-Hersteller vorgeschriebene Kabel (derzeit meist Koaxialkabel). Daher sind vor der Einrichtung eines LAN in der Regel Verkabelungsmaßnahmen erforderlich, deren Aufwand (und damit Kosten) stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängt.
- Digitale *Nebenstellenanlagen* benutzen die (in der Regel bereits vorhandene) Fernsprechinfrastuktur; im ISDN-Kontext bedeutet dies, daß an jeder Stelle, an der ein Telefon anschließbar ist, zwei unabhängige 64 kbps-Sprach-/Datenkanäle zur Verfügung stehen.  
Für Datenkommunikation ist i.a. ein Host (Rechenzentrum) der zentrale Punkt, wohingegen das bestehende Fernsprechnet zur Telefonzentrale hin orientiert ist; aus diesem Grunde können - wenn Rechenzentrum und Telefonzentrale örtlich auseinander liegen - ergänzende Kabelinfrastrukturmaßnahmen in Form einer leistungsfähigen Verbindung dieser Orte erforderlich sein.  
Aufgrund der weiten Verbreitung des Telefons ist bei Benutzung einer digitalen Nebenstellenanlage praktisch jeder Ort in einer Einrichtung mit minimalen Investitionen im Infrastrukturbereich auch für die Datenkommunikation erreichbar.

#### • **Integration Sprache/Daten**

- *LANs* sind für Datenkommunikation entwickelt worden. Es ist nachgewiesen, daß sie - je nach Zugriffsverfahren mehr oder minder gut - zumindest in begrenztem Umfang auch für Sprachübertragung geeignet sind, und manche Anbieter offerieren auch Sprachübertragung, im allgemeinen für interne Zwecke. Eine Verbindung zum öffentlichen Fernsprechsprechdienst ist wegen der völlig anderen Technik auch technisch nicht unproblematisch, ganz abgesehen von Zulassungsproblemen - zumindest im Bereich der Bundespost.
- Digitale *Nebenstellenanlagen* der 3. Generation bieten volle Sprach-/Datenintegration.

#### • **Externe Kommunikation**

- *LANs* dienen der lokalen Kommunikation. In dieser Funktion müssen sie auch externe Dienste dem einzelnen Teilnehmer verfügbar machen. Grundsätzlich können lokale Netze wie nichtlokale Netze über Gateways verbunden werden (LAN-LAN, LAN-WAN, LAN-WAN-LAN). An der Problematik der Verbindung von Netzen wird - auch in den Standardisierungsgremien - intensiv gearbeitet. Problematisch bei der Verbindung unterschiedlicher Netze sind die damit verbundenen

Leistungs- und Funktionseinbußen. Sehr stark in den Vordergrund gerückt sind in letzter Zeit auch Fragen der Namensgebung, Adressierung, Namensverzeichnisse usw.

- Digitale *Nebenstellenanlagen* sind nichts anderes als die Fortsetzung der im öffentlichen Bereich (in Zukunft) vorgegebenen Prinzipien in den privaten Bereich hinein. Somit besteht zwischen interner und externer Kommunikation kein grundsätzlicher Unterschied (nicht grundsätzliche Unterschiede liegen in der beschränkten Verfügbarkeit von Amtsleitungen und in den Kosten). Dies ist - neben der Verwendbarkeit der bestehenden Fernsprech-Infrastruktur - das wichtigste Argument für digitale Nebenstellenanlagen. Der damit verbundene und sehr erwünschte Standardisierungseffekt bedingt zwar den Verzicht auf speziell angepaßte technische Lösungen, hat aber zusätzlich zu den bereits genannten Vorteilen auch noch den, daß die erforderlichen Komponenten wegen der größeren Stückzahlen verhältnismäßig preiswert, von verschiedenen Herstellern und in den hohen Qualitätsanforderungen der Post genügender Form angeboten werden.

- **Preis**

Die Kosten für *LANs* sind je nach Leistungsumfang sehr unterschiedlich. Manche Hersteller bieten zu sehr günstigen Preisen ein Sortiment von Hardware-Komponenten an, andere komplette Systeme, bestehend aus einer Vielfalt von Hardware- und Software-Komponenten. Bei den letzteren liegen die Anschlußkosten (je Terminal) zwischen DM 3000.- und DM 10000.- (vgl. [21], S.361). Ein Vorteil der *LANs* ist, daß sie i.a. ohne gravierende Kostennachteile mit einer kleinen Konfiguration starten und später bedarfsgerecht ausgebaut werden können.

- Bei den digitalen *Nebenstellenanlagen* ist wegen der aufwendigen zentralen Komponente der Einstiegspreis verhältnismäßig hoch. Bei größer ausgebauten Systemen dürften die Kosten - wie Vergleiche mit bereits seit längerem im Einsatz befindlichen Datenvermittlern zeigen - eher niedriger als bei *LANs* sein. Zu berücksichtigen ist, daß damit gleichzeitig auch der Bedarf an Sprachkommunikation abgedeckt wird, wobei allerdings der Übergang von einem analogen auf ein digitales Vermittlungssystem den Austausch der vorhandenen analogen Fernsprechapparate gegen digital arbeitende Ausführungen erforderlich macht.

- **Operation/Managment**

- *LANs* arbeiten mit verteilter Steuerung, d.h., es gibt keine (aktive) zentrale Komponente, deren Ausfall prinzipiell zum Ausfall des gesamten Netzes führt. Unbestreitbar gibt es in einem Netz aber 'zentrale' Aufgaben; dazu zählen die Gesamtverantwortung, Festlegung von Netzwerkparametern und -konventionen, Statistik und Abrechnung, Benutzerbetreuung und Fehlermanagement. Zur Wahrung der übergeordneten Interessen gibt es die Position des Netzwerk-Managers und ein 'Network Managment Center', ein in das Netzwerk integrierter Rechner, zur praktischen Durchführung der vorgenannten Anliegen; außerdem kann das 'Network Management Center' komfortsteigernde Aufgaben übernehmen (z.B. Umsetzung von logischen Namen in Netzwerkadressen). Bei *LANs* wird immer betont (und dies trifft auch zu), daß das Netzwerk bei Ausfall dieser zentralen Komponente grundsätzlich lauffähig bleibt; es ist aber wahrscheinlich, daß ein Ausfall der



dadurch wahrgenommenen Funktionen doch zu einem weitgehenden Stillstand des Netzes führen wird. Nach übereinstimmenden Aussagen von LAN-Betreibern funktionieren die LANs nach anfänglichen Schwierigkeiten i.a. problemlos. Wenn jedoch Fehler auftreten, ist es schwierig, diese zu lokalisieren, und dies bereits bei kleinen und überschaubaren Netzen.

- *Nebenstellenanlagen* sind sternförmig strukturiert, also auf eine Zentrale hin orientiert. Sie besitzen in dem zentralen Element - der eigentlichen Vermittlungsstelle - eine kritische Komponente. Hier sind besondere Sorgfalt und besonderer Aufwand (z.B. Mehrfachauslegung) erforderlich, um Nachteile zu verhindern, was mit zu dem bereits vorher erwähnten hohen Einstiegspreis für solche Systeme beiträgt. Wenn jedoch die notwendigen Vorkehrungen getroffen werden - das zeigt die Praxis im öffentlichen wie im privaten Bereich - arbeiten solche Anlagen außerordentlich zuverlässig. Sie haben dann unter Organisations- und Managementgesichtspunkten Vorteile und auch Fehlerdiagnose und Fehlerbeseitigung sind einfacher. Die Sternstruktur erleichtert das Lokalisieren und Isolieren von fehlerhaften Komponenten, und solange die Zentrale funktionsfähig ist, stehen wirksame Diagnosehilfen zur Verfügung.

Also auch in dem Bereich, der im weitesten Sinne mit Organisation und Management umschrieben werden kann, haben die digitalen Nebenstellenanlagen Vorteile gegenüber den LANs. Solange die eingesetzten Netze Prototypcharakter hatten und durchweg klein und überschaubar waren, hat man den damit zusammenhängenden Fragen nur wenig Bedeutung beigemessen, was zu einem deutlichen Defizit an generellen Lösungen geführt hat. Es zeigt sich heute aber, daß Management- und Organisationsaspekte im praktischen Betrieb von Netzwerken von außerordentlicher Bedeutung sind; es sind deshalb in jüngster Zeit Projekte mit dieser Themenstellung gestartet worden bzw. in der Diskussion; auch die Standardisierungsgremien (z.B. ISO) beschäftigen sich mit diesem Thema.

Die vorangehende Gegenüberstellung zeigt, daß unter vielen Gesichtspunkten digitale Nebenstellenanlagen Vorteile gegenüber LANs haben. Dies führt dazu, daß für die überwiegende Zahl der Anwendungen digitale Nebenstellenanlagen längerfristig (spätestens ab Einführung des ISDN) die bessere Alternative darstellen und LANs auf solche Bereiche und Anwendungen beschränkt bleiben, wo die spezifischen Vorteile dieser Technik ein wesentliches Kriterium bilden.

## 1.7 DAS ISDN-KONZEPT

Grundgedanke des ISDN (=Integrated Services Digital Network) ist es, möglichst viele Kommunikationsdienste über ein einziges digitales (Transport-)Netz abzuwickeln. Die Entwicklung des ISDN wird auf internationaler Ebene von den Postgesellschaften (PTTs) vorangetrieben; um die Festlegung der Standards bemühen sich CCITT und CEPT<sup>10</sup>. Die Standards sollen Ende 1984 vor Abschluß der laufenden CCITT-Studienperiode verabschiedet wer-

---

<sup>10</sup> CEPT = Conference Europeenne des Administrations des Postes et des Telecommunications (Europäische Konferenz der Post- und Fernmeldeverwaltungen)

den. Nachfolgend sind die Planungen der Deutschen Bundespost beschrieben.

Basis des ISDN ist das Fernsprechnet, das zuvor auf Digitaltechnik (Übertragung und Vermittlung) umgestellt werden muß. Für den Fernsprechdienst endet die Digitalisierung auf der Ortsvermittlungsebene, d.h. Teilnehmerendgerät (Telefon) und Technik auf der Teilnehmeranschlußleitung werden davon (vorläufig) nicht berührt. Das ISDN setzt jedoch auf der Basis der bestehenden Kupferdoppelader den Einsatz der Digitaltechnik auch im Teilnehmerbereich voraus.

Für die Vermittlungstechnik auf der Fernebene ist die Systementscheidung im Herbst 1983 für die Systeme EWSD (Siemens) und System 12 (SEL) gefallen, und die ersten Systeme sollen Ende 1984 in Betrieb gehen. Für die Ortsvermittlungstechnik steht die Systementscheidung noch aus. Die Planungen sehen hier die ersten Inbetriebnahmen für Mitte 1985 vor. Dies bedeutet, daß etwa ab 1986 die Voraussetzungen für ein ISDN geschaffen sein werden. In Mannheim und Stuttgart sollen 1986 ISDN-Pilotprojekte gestartet werden, und ab Ende 1987/ Anfang 1988 wird dann die allgemeine ISDN-Einführung beginnen. Ab 1988 sollen alle digitalen Ortsvermittlungsstellen ISDN-fähig sein bzw. werden. Fünf Jahre nach ISDN-Beginn soll eine allgemeine ISDN-Flächendeckung erreicht sein.

Für den ISDN-Basisanschluß auf der Basis der existierenden Kupferdoppeladern zwischen Teilnehmeranschluß und Ortsvermittlungsstelle ist die Kanalstruktur

$$B + B + D_0$$

festgelegt, wobei

- $B$  ein digitaler Basiskanal (vollduplex) mit einer Bitrate von 64 kbps (in Anlehnung an den 64 kbps-PCM-Sprachkanal) und
- $D_0$  ein digitaler Signalisierungskanal mit einer Bitrate von 16 kbps ist, der auch für paketvermittelte Datenübertragungen benutzt werden kann.

Die Nettobitrate beträgt somit insgesamt 144 kbps; sie kann auf verschiedene Dienste verteilt werden. Die Bundespost hat über die Verwendung des 16 kbps-Kanals (über Signalisierungszwecke hinaus) noch nicht entschieden; diskutiert wird die Verwendung dieses Kanals für Fernwirkdienste.

Als Teilnehmeranschluß wird im Zusammenhang mit dem ISDN eine Universalsteckdose für Kommunikationszwecke angestrebt, über die dem Teilnehmer möglichst alle Kommunikationsdienste verfügbar gemacht werden sollen.

Ein ganz wichtiges Thema im ISDN-Kontext sind die Endgeräte. Die Problematik ist hier eine doppelte:

Zum einen müssen ISDN-fähige Endgeräte zur Verfügung stehen, d.h. Geräte, die an die ISDN-Schnittstelle angepaßt sind und alle vorgesehenen Leistungsmerkmale realisieren. Es wird erwartet, daß die Industrie nach der endgültigen Verabschiedung der ISDN-Standards Ende 1984 mit der Entwicklung solcher Geräte beginnen wird.

Zum zweiten muß die Möglichkeit geschaffen werden, bereits existierende Geräte, die anderen Schnittstellenkonventionen genügen, an das ISDN anzuschließen. Die Verfügbarkeit entsprechender Interfaces wird für die Akzeptanz des ISDN insbesondere im kommerziellen Bereich von entscheidender Bedeutung sein, denn der Zwang, anläßlich der ISDN-Einführung die

existierende Ausrüstung komplett abschreiben zu müssen, wäre ein gravierendes Hemmnis. Dies weiß auch die Post, und es existiert die Zusage der Post, daß entsprechende Interfaces (insbesondere für die V.24-Schnittstelle) rechtzeitig zur Verfügung stehen werden.

Für höhere Leistungsansprüche (etwa zum Anschluß von Nebenstellenanlagen) ist eine Kanalstruktur

$$30 * B + D_2 \quad (D_2 = 64 \text{ kbps-Signalisierungskanal})$$

vorgesehen.

Die Leistungsfähigkeit des hier beschriebenen sogenannten Schmalband-ISDN reicht für fast alle absehbaren Kommunikationsdienste aus, mit Ausnahme der Bewegtbildkommunikation und der schnellen Rechnerkopplung. Um auch diese zu ermöglichen, ist das sogenannte Breitband-ISDN (auch IBFN = Integriertes breitbandiges Fernmeldenetz) erforderlich. Dieses ist ein Breitband-Vermittlungsnetz im Gegensatz zu den Breitband-Verteilnetzen (Stichwort: Kabelfernsehen). Zur Einführung eines Breitband-ISDN müssen die bisher als Kupferdoppeladern realisierten Teilnehmeranschlußleitungen, die den größten Teil der Investitionen im Fernmeldebereich repräsentieren, durch leistungsfähigere Medien, vorzugsweise Glasfasern, ersetzt werden. Derzeit laufen die Vorbereitungen zum BIGFON (Breitbandiges Integriertes Glasfaser-Fernmelde-Orts-Netz)-Feldversuch, in dem die damit zusammenhängenden Probleme untersucht werden sollen.

Ein grundsätzlicher Beschluß, Glasfasern im Teilnehmeranschlußbereich einzusetzen, ist noch nicht gefaßt. Selbst wenn in absehbarer Zeit ein solcher Beschluß zustande käme, ist mit dem Beginn der Realisierung kaum vor 1990 zu rechnen.

**Zusammenfassend:** Der Grundgedanke des ISDN ist es, möglichst alle Kommunikationsdienste über ein einziges Netz in einheitlicher Form und über eine einheitliche Schnittstelle abzuwickeln. Der gleiche Grundgedanke ist auch - wie bereits dargelegt - die Basis des LAN-Konzeptes. Es liegt nun nahe, wo immer möglich im lokalen Bereich nicht nur nach dem gleichen Grundgedanken zu verfahren, sondern gleich das ISDN-Konzept mit allen Festlegungen und Standards zu übernehmen. Dies geschieht durch die digitalen Vermittlungssysteme, denen spätestens nach Einführung des ISDN eine große Zukunft vorausgesagt werden muß.

Die Einführung des ISDN ist das mit Abstand wichtigste bevorstehende Ereignis im Kommunikationsbereich, das nicht nur - wie vorher erwähnt - die Kommunikationsstruktur der Zukunft prägen wird, sondern als Infrastrukturmaßnahme auch auf nahezu alle Anwendungen ausstrahlen wird (ISDN-Fernsprechen, ISDN-Teletex, ISDN-Textfax, ISDN-Bildschirmtext usw.).

Gleichzeitig ist mit dem Beschluß zur weltweiten Einführung des ISDN die alte Streitfrage, welchem Vermittlungsprinzip die Zukunft gehöre (Paketvermittlung oder Leitungsvermittlung), zugunsten der (schnellen) Leitungsvermittlung entschieden. Dies bedeutet, daß die Datenkommunikation (hier spielt die Paketvermittlung eine wichtige Rolle) in der Technik an die Sprachkommunikation angepaßt werden muß. Dies mag an einigen Punkten zu Abstrichen führen, entspricht aber der relativen Bedeutung (1983 betrug in Deutschland der Umsatz in allen Datennetzen zusammen weniger als 10% des Umsatzes im Fernsprechbereich); andererseits werden diese Dienste von dem niedrigeren Gebührenniveau des Fernsprechbereiches profitieren.

## 2.0 KOMMUNIKATIONSARTEN

Die verschiedenen Kommunikationsarten werden häufig in die Kategorien

- Mensch - Mensch - Kommunikation
- Mensch - Rechner - Kommunikation
- Rechner - Rechner - Kommunikation

unterteilt. Die Mensch-Mensch-Kommunikation ist die umfassendste Form, da sie im allgemeinen Fall eine Mensch-Rechner-Rechner-Mensch-Kommunikation ist und somit Elemente der beiden anderen Kategorien enthält. Die Kategorien Mensch-Rechner- und Rechner-Rechner-Kommunikation haben aber auch eine eigenständige Bedeutung, weshalb die obige Einteilung sinnvoll ist. Man muß sich jedoch darüber im klaren sein, daß die Zuordnung zu den Kategorien je nach Sicht der Dinge durchaus nicht eindeutig ist. Beim Fernsprechen z.B. ist die Einordnung klar: dies ist eine sitzungs-orientierte Mensch-Mensch-Kommunikation. Beim einem Auskunftssystem (z.B. Bildschirmtext), bei dem auf der einen Seite Menschen Informationen eingeben, auf der anderen Seite ebenfalls Menschen Informationen abrufen, kann dies als eine entkoppelte Mensch-Mensch-Kommunikation betrachtet werden; man kann dies aber auch als zwei unabhängige Mensch-Rechner-Kommunikationsvorgänge auffassen.

Die Aufteilung soll im folgenden beibehalten werden, ohne jedoch der Zuordnung zu den Kategorien allzu große Bedeutung beizumessen.

### 2.1 MENSCH - MENSCH - KOMMUNIKATION

#### 2.1.1 FERNSPRECHEN

**Beschreibung:** Der Telefondienst gestattet eine direkte Sprachkommunikation, indem eine Verbindung zwischen dem rufenden (A-)Teilnehmer und dem gerufenen (B-)Teilnehmer geschaltet wird, die für die gesamte Dauer des Gespräches erhalten bleibt und den Kommunikationspartnern zur exklusiven Verfügung steht.

**Situation:** Der Fernsprechdienst ist weltweit wie auch im Bereich der Deutschen Bundespost der mit Abstand wichtigste Kommunikationsdienst, was auch dadurch erhärtet wird, daß etwa 85% der Investitionen im Fernmeldebereich auf den Fernsprechbereich entfallen. Ende 1982 existierten in Deutschland etwa 23 Mio. Hauptanschlüsse (dies entspricht etwa 80% aller Haushalte), über 8 Mio. Nebenanschlüsse und 1,1 Mio. Nebenstellenanlagen. Das Telefon ist das wichtigste Sprachkommunikationsmittel und in gleicher Weise im kommerziellen wie im privaten Bereich von größter Bedeutung.

**Entwicklung:** In den kommenden Jahren wird die Digitalisierung des Fernsprechnetzes mit Nachdruck vorangetrieben. Man spricht bereits von einem digitalen Fernsprechnet, wenn das Netz bis einschließlich der Ortsvermittlungsstellen voll digitalisiert ist, aber die Verbindung zwischen Ortsvermittlungsstelle und Endteilnehmer sowie das Teilnehmerendgerät (Telefonapparat) noch in herkömmlicher analoger Technik ausgeführt sind. Eine volle Digitalisierung von Endteilnehmer zu

Endteilnehmer ist nur für ISDN-Teilnehmer erforderlich und geplant; sehr langfristig kann man allerdings davon ausgehen, daß die Digitalisierung generell bis zum Endteilnehmer durchgeführt werden wird, bzw. alle Fernsprechteilnehmer zu ISDN-Teilnehmern werden.

Durch die Digitalisierung des Fernsprechnetzes werden mit geringem Aufwand eine Reihe von neuen Leistungsmerkmalen möglich:

- Tastwahl nach dem Mehrfrequenzverfahren
- Kurzwahl
- Automatischer Weckdienst mit Selbsteingabe
- Ruhe vor dem Telefon
- Gespräch ohne Wahl (Direktverbindung, Babyruf)
- Sperren für abgehende Verkehrsarten
- Warten auf Freiwerden
- Anklopfen
- Konferenzgespräche
- Einzelgebührennachweis
- Anrufweeterschaltung
- Gebührenübernahme durch B-Teilnehmer

Ein Teil der vorgenannten Leistungsmerkmale kann auch bereits vor der Digitalisierung des Fernsprechnetzes, allerdings nur mit erheblich höherem Aufwand und z.T. in beschränktem Umfang realisiert werden, etwa durch Verwendung des "Comfort-Telefons alpha" oder durch besondere Einrichtungen der Post, wie z.B. für die Anrufweeterschaltung, Gebührenübernahme durch B-Teilnehmer (Service 130), Einzelgebührennachweis, wobei für diesen in Deutschland Datenschutzprobleme bestehen. Ähnliche Leistungen können auch durch Nebenstellenanlagen erbracht werden.

**Zukunftsperspektiven:** Der Fernsprechdienst wird für die absehbare Zukunft der wichtigste Telekommunikationsdienst der Bundespost bleiben. Die Zuwächse bei der Einrichtung neuer Hauptanschlüsse, die Ende der siebziger Jahre noch bei 1,5 Mio. p.a. lagen, sind jetzt auf etwa 700.000 p.a. zurückgegangen und werden angesichts der sich abzeichnenden Vollversorgung weiter abnehmen. Als Wachstumspfade zeichnen sich die neuen Dienste der Bundespost (z.B. Bildschirmtext, Electronic Mail u.a.) ab, die längerfristig über das ISDN flächendeckend und preiswert angeboten werden können. Kurzfristig lockt die Post mit günstigen Konditionen für Zweitanschlüsse, wofür im Zusammenhang mit Bildschirmtext auch ein Bedarf entstehen wird.

## 2.1.2 TELEX (FERNSCHREIBEN)

**Beschreibung:** Telex (Teleprinter Exchange) ist ein Dienst zum Austausch von Texten zwischen Teilnehmergeräten. Der Zeichenvorrat ist begrenzt, aber standardisiert; die Übertragungsleistung ist mit 400 Zeichen/Minute (ca. 5 Minuten für eine DIN A4-Seite) sehr bescheiden.

**Situation:** Telex ist der älteste und am weitesten verbreitete textorientierte Kommunikationsdienst; in Deutschland gibt es über 150.000 Telex-Anschlüsse, weltweit sind es etwa 1,5 Mio.. Die vormals mechanischen Telex-Endgeräte sind in den letzten Jahren durch zuverlässigere und leisere elektronische Geräte abgelöst worden. Im Bereich der Bürokommunikation ist Telex wegen des begrenzten Zeichenvorrates und der unzulänglichen Geschwindigkeit kaum brauchbar.

**Einsatzgebiet:** Der Telex-Dienst wird fast ausschließlich im geschäftlichen Bereich benutzt. Vorteile sind der hohe Dokumentationswert (vergleichbar einem rechtsverbindlich unterschriebenen Brief) und die hohe Transportzuverlässigkeit (vergleichbar einer Einschreibsendung mit Rückschein). Gegenüber einem Brief bietet ein Telex Zeit- und unter Umständen Kostenvorteile. Darüberhinaus erlaubt Telex durch seine weite Verbreitung eine weltweite Textkommunikation.

**Zukunftsperspektiven:** Über die Einbeziehung von Telex in das Integrierte Datennetz (IDN) der DBP hinaus, die neue Komfortmerkmale (Kurzwahl, Direktruf, Rundschreiben) mit sich bringt, wird es kaum noch eine grundsätzliche Weiterentwicklung geben. Zunächst erwartet die Bundespost noch ein Ansteigen der Teilnehmerzahlen; danach, etwa ab 1985 (nach anderen Quellen ab 1990), ist mit einer fortschreitenden Substitution durch Teletex zu rechnen.

## 2.1.3 TELETEX (BÜROFERNSCHREIBEN)

**Beschreibung:** Teletex ist ein neuer textorientierter Telekommunikationsdienst, über den Speicherschreibmaschinen oder Textverarbeitungsgeräte (oder äquivalente, z.B. PCs) Texte inhalt- und formatgetreu austauschen können. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 2400 bps, d.h. die Übertragung einer DIN A4-Seite dauert etwa 10 Sekunden. Es gibt Übergangsmöglichkeiten zwischen dem Teletex- und dem Telex-Netz.

Teletex-Endgeräte besitzen einen kommunikationsorientierten Teil mit eigenem Speicher (so daß einlaufende Nachrichten die lokale Texterstellung nicht unterbrechen) und einen Textverarbeitungsteil, der nicht standardisiert ist und somit den jeweiligen Anforderungen und Ansprüchen angepaßt werden kann.

Der Zeichenvorrat entspricht dem Zeichenvorrat einer Schreibmaschine und ist erheblich größer als bei Telex; er enthält keine graphischen Elemente zur Einbettung von Briefköpfen, Unterschriften oder Graphiken. Der dokumentarische Charakter einer Teletex-Nachricht wird durch ein Stationsprotokoll mit automatischer Eintragung von Sender, Empfänger, Datum und Uhrzeit sichergestellt.

**Situation:** Teletex wird in Deutschland (nach einem Probetrieb mit nationaler Norm seit 1981) seit 1982 nach internationaler Norm angeboten. Internationale Verbindungen existieren bereits mit Österreich, Schweden,

USA, Kanada; weitere werden folgen.

Es ist noch zu früh, um endgültige Aussagen über die Akzeptanz von Teletex machen zu können; basierend auf den Feldversuchen sind Aussagen dazu in [45] zu finden. Die Prognosen der Bundespost für die Anzahl der Teilnehmer lauten 40.000 für 1987 und 130.000 für 1992; Mitte 1984 gab es etwa 6500 Teilnehmer.

**Einsatzgebiet:** Der Haupteinsatzbereich liegt - wie schon die Bezeichnung 'Bürofernschreiben' sagt - im Bereich der textorientierten Bürokommunikation. Teletex besitzt ein Substitutionspotential für *Telex* und für die herkömmliche Briefpost. Dabei sollte das Ersetzungspotential für die Briefpost nicht überschätzt werden. Laut Reichwald [45] sind nur 20-60% der Briefe überhaupt Teletex-fähig wegen der (derzeit noch) fehlenden Möglichkeiten handschriftliche Teile, Graphiken, Bildelemente oder Farben zu übertragen. Dieser Anteil kann u.U. durch organisatorische Maßnahmen kurzfristig etwas erhöht werden. Welcher Anteil von diesem Potential dann wirklich elektronisch übermittelt werden kann, hängt vom Verbreitungsgrad des Dienstes ab. Für Teletex gilt - wie für alle neuen Dienste im Kommunikationsbereich -, daß unabhängig von funktionalen Vorzügen eine kritische Masse bezüglich der Teilnehmerzahlen erreicht sein muß, um den Dienst überhaupt attraktiv zu machen. Hier kommt allerdings noch hinzu, daß mehr als 50% aller Geschäftsbriefe (Wiesner [74]) Sender/Empfänger im Privatbereich haben, in dem Teletex auch langfristig nicht Fuß fassen wird. Dennoch wird Teletex in der Geschäftswelt, aber auch in der unternehmensinternen Kommunikation eine bedeutende Rolle spielen.

**Zukunftsperspektiven:** Mit der Einführung des ISDN wird Teletex auf dieser Grundlage betrieben werden, was höhere Datenraten (64 kbps statt 2,4 kbps) erlauben und die Kombination mit anderen ebenfalls über das ISDN abgewickelten Diensten erleichtern wird.

Wichtig zur Überwindung der vorher bereits erwähnten Beschränkungen ist die Kombination von Teletex und Telefax (Textfax), die in vielen Bereichen ganz neue Möglichkeiten eröffnen wird. Ebenfalls sehr wichtig für die Zukunft wird eine Verbindung zwischen Teletex und Bildschirmtext sein, die - eine den Erwartungen entsprechende Verbreitung von Bildschirmtext vorausgesetzt - auch den privaten Bereich der elektronischen Telekommunikation öffnen würde.

Wenn auch die Verbreitung des Teletex-Dienstes erst am Anfang steht, die Teletex-Protokolle haben bereits eine außerordentliche Bedeutung erlangt. Gegenwärtig wird auf der Basis des bereits Erreichten die Generalisierung dieser Protokolle zu allgemeinen Telematik-Protokollen betrieben:

- *CCITT-Empfehlung S.70* (Teletex-Transportschicht) beschreibt nun einen "Netzunabhängigen Basis- und Transportdienst für Telematikdienste".
- *CCITT-Empfehlung S.62* (Teletex-Sitzungsschicht) definiert nach einer Erweiterung nun die "Session-Prozedur für den Teletex- und Faksimile(Gruppe 4)-Dienst". Darüberhinaus wurde der Entwurf eines zusätzlichen Ebene-6-Protokolls (S.a genannt) erarbeitet, das eine flexible Strukturierung der Dokumenteninformation (bisher nur Seiteneinteilung) erlaubt und damit die Voraussetzung für eine Kombination von Text (Teletex) und Bild (Faksimile) in einem Dokument schafft.
- *CCITT-Empfehlung S.61* (Teletex-Präsentationsschicht) wurde ebenfalls vervollständigt. Hier wird der Versuch gemacht, die Schriftzeichenvorräte von Teletex und Bildschirmtext zu einem einheitlichen



Schriftzeichenvorrat (ohne graph. Elemente) für Telematik-Endgeräte fortzuentwickeln.

- *CCITT-Empfehlung S.60* (Teletex-Anwendungsschicht und Geräteeigenschaften; der Teletex-Service und das "Interworking" mit dem Telex-Dienst ist in Empfehlung F.200 beschrieben) wurde durch eine Option für "Mixed Mode", d.h. die gemischte Übertragung von Teletex- und Faksimile-Informationen, ergänzt.

Somit ergeben sich die folgenden Perspektiven:

Die Schichten 1-3 sind netzabhängig für die verschiedenen Netze (Telefon, Datex-L, Datex-P usw.) definiert; hier wird es mit der Einführung des ISDN zu einer Vereinheitlichung kommen.

Die Schichten 4, 5 und aus 6 die Dokumentenstruktur (S.a) können durch netz- und anwendungsunabhängige (d.h. dienstunabhängige) Protokolle beschrieben werden, und so in allen zukünftigen Telematik-Endgeräten identisch implementiert sein.

Darauf setzen die anwendungsabhängigen (d.h. dienstabhängigen) Protokolle und Geräteeigenschaften auf, wie im Falle Teletex durch die Empfehlungen S.61 und S.60 beschrieben.

Zum Schluß sollte noch darauf hingewiesen werden, daß durch Empfehlung X.430 eine Verbindung zwischen Teletex und den zukünftigen Nachrichtenvermittlungssystemen (Electronic Mail) nach dem MHS-Standard (MHS=Message Handling System) sichergestellt wird. Damit wird die Attraktivität des Teletex-Dienstes im Bürobereich auch für die Zukunft sichergestellt (vgl. [42]).

#### 2.1.4 TELEFAX (FAKSIMILE, BILD/DOKUMENTÜBERTRAGUNG)

**Beschreibung:** Beim Telefax-Dienst wird eine Bildvorlage abgetastet. Die Helligkeitswerte der Bildpunkte werden in elektrische Signale umgewandelt und diese zum Empfänger übertragen; die Schreibeinrichtung auf Empfängerseite produziert aus den empfangenen Signalen ein Abbild des zuvor abgetasteten Originals.

**Situation:** Durch CCITT-Empfehlungen sind drei Gerätegruppen standardisiert:

**Gruppe 1:** Übertragung einer Din-A4-Seite in 6 Minuten; analog, Auflösung 3.85 Zeilen/mm

**Gruppe 2:** Übertragung einer Din-A4-Seite in 3 Minuten; analog, Auflösung 3,85 Zeilen/mm

**Gruppe 3:** Übertragung einer normal beschriebenen Din-A4-Seite in ca. 1 Minute; digital, Auflösung 3,85 Zeilen/mm oder 7,7 Zeilen/mm

Die Übertragungszeiten basieren auf einer Übertragungsgeschwindigkeit von 9.600 bps.

Die Deutsche Bundespost bietet den Telefax-Dienst seit 1979 auf der Basis von Gruppe 2-Geräten an, seit 1982 können auch Gr.3-Geräte im Telefax-Dienst benutzt werden.

Die Teilnehmerzahlen sind bisher geringfügig hinter den optimistischen Prognosen zurückgeblieben; Mitte 1984 gab es ca. 14.800 Teilnehmer (davon ca. 3000 Gr.3), bis 1990 sollen es 130.00 werden.

**Einsatzgebiet:** Telefax kann überall dort eingesetzt werden, wo Bildinformationen (schwarzweiß) übertragen werden müssen. Solche Informationen können sein:

- Handschriftliche Unterlagen
- Zeichnungen jeder Art
- Diagramme
- Statistiken
- Verträge
- Policen
- Wetterkarten
- Formulare

Aus dieser Vielfalt ist erkennbar, daß die Anwender aus praktisch allen Bereichen der Wirtschaft, aus Behörden und aus der Forschung kommen können.

**Zukunftsperspektiven:** In den Standardisierungsgremien (CCITT) wird derzeit an der Normierung eines Gruppe-4-Dienstes gearbeitet. Dieser basiert auf einem digitalen 64 kbps-(ISDN)-Kanal, soll mindestens die Auflösung der Gruppe 3 besitzen und wird die Übertragungsdauer für eine typische Din-A4-Seite auf ca. 8 Sekunden reduzieren.

Von der Funktionalität her ist die Vereinigung von Text und Graphik, d.h. der Dienste Teletex und Telefax vorrangig. Eine notwendige Voraussetzung wäre die Abwicklung beider Dienste im gleichen Netz (derzeit wird Telefax über das Fernsprechnet und Teletex als geschlossene Benutzergruppe im Dtex-L-Netz abgewickelt). Die Voraussetzung dazu wäre beim Gr.4-Dienst gegeben. Optimalerweise würde dies durch eine Abwicklung beider Dienste (bzw. des kombinierten Dienstes) über das ISDN geschehen.

## 2.1.5 EINZELBILDÜBERTRAGUNG, EINZELBILDFOLGEN

**Beschreibung:** Bei der Einzelbildkommunikation werden Festbilder übertragen, die auf Empfängerseite üblicherweise auf einem Bildschirm (d.h. ohne Hardcopy) wiedergegeben werden.

**Situation:** Die Einzelbildkommunikation ist kein (standardisierter) Dienst der Bundespost, so daß die Kompatibilität durch die jeweils kommunizierenden Partner selbst sichergestellt werden muß. Ersatzweise für vorgegebene Standards der Post werden in der Regel die Fernsehnormen verwendet. Die Vorlage wird von einer Fernsehkamera abgetastet und die Werte in einen Bildspeicher (schnell) eingespeichert. Der Inhalt des senderseitigen Bildspeichers wird dann mit der Bandbreite eines Sprachkanals zum empfängerseitigen Bildspeicher übertragen und von dort mit der erforderlichen hohen Bandbreite auf einen Bildschirm gebracht. Sinnvollerweise werden empfängerseitig sogar zwei Bildspeicher verwendet, so daß aus dem einen Speicher die Bildwiederholung betrieben werden kann (das intakte Bild also erhalten bleibt), während in dem zweiten Speicher ein neues Bild aufgebaut wird.

Das Abstützen auf die Fernstechnik erlaubt die Übermittlung farbiger Bilder und garantiert gleichzeitig die Verfügbarkeit verhältnismäßig preiswerter Komponenten.

**Einsatzbereich:** Für diese Form der Bildkommunikation gibt es eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten, z.B., bei Ärzten zur Übermittlung von Röntgenbildern bei der Ferndiagnose oder im geschäftlichen Bereich zur Kontrolle von Unterschriften.

Festbildfolgen können zur Fernüberwachung von Räumen oder anderer sich langsam ändernder Vorgänge dienen. Ein weiteres Einsatzgebiet sind die sogenannten Telekonferenzen. Für diese werden zwei Sprachkanäle benötigt, einer für die Sprachkonferenzschaltung und ein zweiter für die Übermittlung ergänzenden Bildmaterials in Einzelbildfolge.

**Zukunftsperspektiven:** Technisch wird es wohl kaum eine nennenswerte Weiterentwicklung als eigenständige Kommunikationsart geben. Wünschenswert wären Maßnahmen zur Sicherstellung der Kompatibilität.

Was die Übertragungszeiten (oder die Bildabstände bei Festbildfolgen) angeht, so können diese durch die Verwendung eines 64 kbps-Kanals und die Anwendung von Datenkompressionstechniken erheblich verkürzt werden, was die Attraktivität dieser Kommunikationsform deutlich erhöhen wird.

Letztlich sind Festbildfolgen ein Vorläufer der Bewegtbildkommunikation; es ist aber denkbar, daß sie in manchen Bereichen, in denen das bewegte Bild keinen essentiellen Vorteil bietet, als preiswerte Alternative zur Bewegtbildkommunikation Bestand haben werden.

## 2.1.6 BEWEGTBILDKOMMUNIKATION (BILDTELEFON)

**Beschreibung:** Unter Bewegtbildkommunikation wird eine Kommunikation in bewegten Bildern in Fernsehqualität auf individueller Basis, d.h. in einem vermittelnden Netz verstanden. Dazu sind auf Senderseite Aufnahmeeinrichtungen (Fernsehkameras, Beleuchtung, Mikrofone,...) und auf Empfängerseite Wiedergabeeinrichtungen (Bildschirmgeräte, Lautsprecher,...) und dazwischen ein videotauglicher Breitbandkanal erforderlich. Eingesetzt werden kann die Bewegtbildkommunikation beim Bildfernsprechen oder - als eine Sonderform davon - bei Videokonferenzen.

**Situation:** Bildfernsprechen gibt es als allgemeines Dienstleistungsangebot bisher noch nicht und auch Videokonferenz-Dienste nur in beschränktem Umfang z.B. zwischen den Wirtschaftszentren in den USA. Diese Dienste basieren durchweg noch auf der herkömmlichen und dafür wenig geeigneten Infrastruktur. Dies führt zu sehr hohen Kosten (in den USA; für Deutschland existieren noch keine Preise), die in vielen Fällen als prohibitiv angesehen werden müssen.

Die Deutsche Bundespost wird das Bildfernsprechen im Rahmen des BIGFON-Feldversuches erproben und hat auf der Funkausstellung 1983 erstmals einen Videokonferenz-Dienst demonstriert. Bereits 1984/85 will die Bundespost zwischen etwa 10 Bedarfszentren Videokonferenz-Dienste anbieten.

Für einen qualitativ hochwertigen Videokonferenz-Dienst wird (einschließlich einiger Nebenkanäle wie z.B. Stereo-Ton) ein digitaler Kanal von 140 Mbps Bandbreite benötigt. Diese Bandbreite wird im Rahmen des BIGFON-Feldversuches zur Verfügung stehen, nicht aber generell für den in Kürze einzurichtenden Videokonferenz-Dienst. Für die Fernverbindungen soll ein im europäischen Rahmen entwickelter und durch CEPT für internationale Videokonferenz-Verbindungen standardisierter Codec (COST-Codec) zum Einsatz kommen, der mit 2,048 Mbps arbeitet. Bei dieser Datenrate ist allerdings - trotz der Nutzung redundanzmindernder Techniken - eine reduzierte Bildqualität die Folge. Andererseits sind auf dieser Basis inter-

nationale Videokonferenz-Verbindungen möglich, was die Chancen der Akzeptanz dieses Dienstes erhöhen wird.

Die Bundespost will nur in der Anfangsphase und in begrenztem Umfang "öffentliche" Videokonferenz-Studios einrichten. Im Normalfall soll dieser Dienst von privaten Studios aus in Anspruch genommen werden. Dies und die sicherlich hohen Leitungsgebühren werden dafür sorgen, daß der Dienst zunächst vorwiegend von Großunternehmen - wo auch am ehesten ein Bedarf dafür besteht - genutzt werden wird.

**Einsatzgebiet:** Die Nutzung eines Videokonferenz- oder Bildfernsprechdienstes wird auf absehbare Zeit praktisch ausschließlich im kommerziellen Bereich liegen. Man erwartet, daß Videokonferenzen in bestimmten Situationen Dienstreisen ersetzen können. Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, daß dies vor allem für Routinesitzungen häufig in gleicher Besetzung tagender Gremien (also bei einem untereinander bereits bekannten Personenkreis) zutrifft. Im allgemeinen wird die Bereitschaft, Dienstreisen durch Videokonferenzen zu ersetzen, auch vom Zielort (Entfernung) und der Verkehrsinfrastruktur abhängen. Nicht auszuschließen ist auch, daß sich hier - wie auch bei anderen neuen Dienstleistungsangeboten im Telekommunikationsbereich - auf der Basis der neuen Gegebenheiten auch neue Mechanismen für die Abstimmung und Zusammenarbeit mit entfernten Partnern ergeben.

**Zukunftsperspektiven:** Die Beschränkungen durch die nur begrenzt verfügbare Bandbreite werden erst durch die Einführung des IBFN (Integriertes Breitband-Fernmelde-Netz) behoben werden, wobei bisher noch nicht geklärt ist, ob dieses flächendeckend oder nur bedarfsorientiert punktwise eingeführt werden wird. Bis zu diesem Zeitpunkt werden vermittelte Video-Dienste nur mit Einschränkungen möglich sein.

Die Frage nach dem zukünftigen Bedarf an Videokonferenz-Diensten kann derzeit nicht klar beantwortet werden; insbesondere wird die relative Bedeutung von Sprachkonferenz-Systemen mit ergänzenden Festbildfolgen und vollen Videokonferenz-Systemen unterschiedlich beurteilt. Auf der einen Seite wird argumentiert, daß die erforderlichen sender- und empfängerseitigen Investitionen für Festbildfolgen und volltaugliche Videosysteme nicht sehr unterschiedlich sind; auf der anderen Seite wird angeführt, daß die Vorteile eines echten Videokonferenz-Systems bei vielen Anwendungen nicht so gravierend sind, daß sich die deutlich höheren Leitungsgebühren auszahlen. Sicher ist, daß bereits bei einem nachfrageorientierten Aufbau des IBFN (d.h. Glasfasereinsatz im Teilnehmeranschlußbereich) gerade auch für die Großunternehmen, die für die Nutzung von Videokonferenz-Diensten in Frage kommen, auch die technischen Voraussetzungen geschaffen werden. Die tatsächliche Nutzung ist dann eine Frage des firmenindividuellen Bedarfs und der Gebührenpolitik der Bundespost. Derzeit geht die Post davon aus, daß die Akzeptanzschwelle etwa beim 10-15 fachen der Fernsprechgebühren liegt.

Videokonferenz dürfte die überwiegende Nutzungsform der Bewegtbildkommunikation im geschäftlichen Bereich sein. Im privaten Bereich kommt eher die einfache Form des Bildfernsprechens in Frage. Unter den derzeit absehbaren Randbedingungen ist aber eine größere Nachfrage nach Bildfernsprechen aus dem privaten Bereich sehr unwahrscheinlich. Man darf hierbei jedoch nicht außer acht lassen, daß die Voraussetzung für ein entsprechendes Dienstangebot ein flächendeckender Ausbau des IBFN ist, der - wenn er beschlossen werden sollte - Jahrzehnte in Anspruch nehmen wird. Somit stellt sich die Frage nach einer allgemeinen Akzeptanz des Bildfernsprechens erst in so ferner Zukunft, daß Prognosen kaum möglich sind.

## 2.1.7 BILDSCHIRMTEXT (BTX)

**Beschreibung:** Bildschirmtext ist ein Informations- und Kommunikationsdienst der Deutschen Bundespost, der Komponenten der Fernsprech-, Fernseh- und Datenverarbeitungstechnik nutzt.

Teilnehmerendgerät ist im einfachsten (und häufigsten) Fall ein Fernsehgerät ergänzt durch einen Btx-Decoder und eine numerische (besser eine alphanumerische) Tastatur, das über einen Modem (1200/75 bps) an einen Fernsprechhauptanschluß angeschlossen ist. Dabei ist die nächstliegende Bildschirmtextzentrale über Nahbereichsgebühren erreichbar.

Folgende Dienste werden angeboten:

- Abruf von Informationen, die ein Informationsanbieter zuvor über eine beliebige Bildschirmtextzentrale eingespeichert hat.
- Mitteilungen an andere Teilnehmer mit Zwischenspeicherung in der Bildschirmtextzentrale des empfangenden Teilnehmers (elektronischer Briefkasten).
- Dialog mit angeschlossenen EDV-Systemen (sogenannten externen Rechnern) einzelner Anbieter für beliebige meist interaktive Dienste (z.B. Home Banking).

**Situation:** In der BRD wurde der Bildschirmtext-Dienst von 1980 bis 1983 in Feldversuchen in Berlin und Düsseldorf getestet. Zu beiden Feldversuchen wurden begleitende Untersuchungen durchgeführt, deren Ergebnisse inzwischen vorliegen [27,68]. Nach der Funkausstellung 1983 sollte auf der Basis eines von IBM Deutschland vorgelegten Systemkonzeptes mit der allgemeinen Einführung von Bildschirmtext begonnen werden. Dieser Termin konnte nicht eingehalten werden. Nach der neuen Einführungsstrategie wurde auf der Basis der von den Feldversuchen her bereits existierenden Betriebsmittel eine Testphase bis Mai 1984 eingeschoben; danach erfolgt eine gegenüber dem ursprünglichen Konzept beschleunigte Einführung des Bildschirmtext-Dienstes:

- Ab Mai 1984 flächendeckende Einführung des Bildschirmtext-Dienstes, jedoch nur in Ballungsgebieten zu Nahbereichsgebühren (ursprüngliches Konzept: schrittweise Einführung zu Nahbereichsgebühren)
- Vollausbau, d.h. flächendeckendes Angebot des Bildschirmtext-Dienstes zu Nahbereichsgebühren, bis Mitte 1985 (ursprüngliches Konzept: bis 1988)

Bezüglich einer erfolgreichen Einführung des Bildschirmtext-Dienstes besteht ein Spannungsverhältnis zwischen den drei beteiligten Parteien Bildschirmtext-Teilnehmer, Bildschirmtext-Informationsanbieter und Bundespost. Die Feldversuche haben klar gezeigt, daß private Teilnehmer nur dann gewonnen werden können, wenn ein attraktives Informations- und Dienstleistungsangebot verfügbar ist. Umgekehrt sind die Informationsanbieter nur dann bereit, die dafür erforderlichen erheblichen Investitionen zu tätigen, wenn sie auf größere Teilnehmerzahlen rechnen können. Bei beiden vorgenannten Gruppen ist für die Akzeptanz die Gebührenpolitik der Bundespost von entscheidender Bedeutung, wobei allerdings die Bundespost nach den von ihr erbrachten Vorleistungen selbst an einer erfolgreichen Einführung des Dienstes interessiert sein muß, andererseits aber auch - zumindest mittelfristig - Kostendeckung erzielen muß. Die bekanntgegebenen Gebühren begünstigen tendenziell den Bildschirmtextteilnehmer; die Berechnungsgrundlage ist eine Teilnehmerzahl von 1 Million, eine

Zahl, die nach den (optimistischen) Prognosen der Bundespost 1986 erreicht werden soll.

**Einsatzgebiet:** Zunächst ist Bildschirmtext ein System, aus dem die Teilnehmer Informationen abrufen können, die von Informationsanbietern (Firmen, Verbänden, Verwaltungen etc.) zuvor eingespeichert wurden. Überdies bietet das System die Möglichkeit, sogenannte externe Rechner (über das Datex-P-Netz) anschließen zu können; daraus resultiert ein nahezu unbegrenztes Potential für Dienstleistungen aller Art.

Letztendlich ist Bildschirmtext als Massenkommunikations-, Informations- und Datenverarbeitungsdienstleistungsmedium gedacht. Übereinstimmung herrscht jedoch darüber, daß Bildschirmtext in der Anfangsphase des Dienstes (auch aus Kostengründen) vor allem für kommerzielle Teilnehmer interessant ist. Hier ist die Nutzung der Möglichkeiten von Bildschirmtext sehr vorteilhaft für die interne Kommunikation bei Firmen mit mehreren Standorten (Inhouse-Kommunikation) oder für Firmen bzw. Branchen, die mit Außenstellen oder Agenturen arbeiten (Banken, Versicherungen, Reiseunternehmen, Handel). Nicht zuletzt kann Bildschirmtext wegen des davon ausgehenden Standardisierungseffektes ganz allgemein für die Kommunikation zwischen verschiedenen Unternehmen Bedeutung erlangen.

Für die Nutzung im kommerziellen Bereich ist die Entwicklung eines professionellen Ansprüchen genügenden Teilnehmerendgerätes an Stelle des normalen Fernsehgerätes erforderlich. Eines solches Gerät muß einen kleineren dem im Terminalbereich üblichen Sichtabstand von 50-70 cm angepaßten, hochauflösenden und farbtauglichen Bildschirm besitzen. Nach Möglichkeit sollte ein derartiges Gerät multifunktional ausgelegt sein, d.h., auch für die Nutzung anderer Kommunikations- und Datenverarbeitungsdienste tauglich sein.

**Zukunftsperspektiven:** Während die Feldversuche im wesentlichen auf dem englischen PRESTEL-Standard beruhten, basiert der Bildschirmtext-Dienst, wie er allgemein eingeführt wird, auf dem neuen CEPT-Standard (T/CD6-1), der wesentlich erweiterte Darstellungsmöglichkeiten bietet. Kennzeichnend ist der stark erweiterte Zeichensatz (335 alphanum. Zeichen + 151 graph. Zeichen) und mindestens ein weiterer fernladbarer Zeichensatz (DRCS = Dynamically Redefinable Character Set), größere Vielfalt der Farben und Attribute, Formatwechsel (z.B. von 24 Zeilen zu 40 Zeichen auf das im Computerbereich übliche 24 x 80 Format) und die Erweiterung auf mehrere Darstellungsmodi: neben dem Alphamosaik-Verfahren sind nun auch Darstellungen nach dem Geometrie-Verfahren möglich, wobei weitgehend das Graphische-Kern-System (GKS) übernommen wurde, so daß problemlos auf rechnererzeugte Graphik zurückgegriffen werden kann. Auch für eine photographische Darstellung sind die Grundlagen bereits entwickelt worden, obgleich diese Möglichkeiten erst genutzt werden können, wenn höhere Übertragungsgeschwindigkeiten verfügbar sind. Die Entwicklung hierzu wird vor allem in Japan vorangetrieben, da die vorgenannten effektiveren Darstellungsmethoden für die Darstellung der japanischen Schriftzeichen nicht ausreichen.

Sobald das ISDN verfügbar ist, ist eine Abwicklung des Bildschirmtext-Dienstes über das ISDN vorgesehen; dadurch können denkbare Bandbreitenengpässe (wie etwa bei der photographischen Darstellung) teilweise oder ganz behoben werden. Bildschirmtext-Decoder sollten in Zukunft voll graphiktauglich sein (Geometrie) und über Intelligenz verfügen, d.h. PC-Funktionen mit abdecken. Eine solche Ausstattung wird die Decoder um weniger als 10% verteuern, macht aber - insbesondere im Zusammenhang mit einem standardisierten Fernladeverfahren - weitere interessante Btx-Anwendungen möglich (z.B. im Ausbildungsbereich, Telespiele).

Bildschirmtext ist als Dienst mit weiter Verbreitung geplant. Bis 1990 sollen 3,5 Mio. Teilnehmer angeschlossen sein, bis 1993 sogar bereits 8 Mio Teilnehmer. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Decoder (nach der neuen CEPT-Norm) preiswert, d.h. in hochintegrierter Bauweise und ausreichender Stückzahl verfügbar sein. Man erwartet für die zweite Hälfte der achtziger Jahre, daß die Preise so weit sinken werden, daß Decoder zumindest in Fernsehgeräte der oberen Preisklassen serienmäßig eingebaut werden können und dann auch preiswerte Tastaturen zur Verfügung stehen werden.

Ein Nachteil für die Bildschirmtext-Teilnehmer ist, daß während einer Bildschirmtext-Sitzung der Telefonanschluß blockiert ist; hierauf zielt die Bundespost mit ihrem preisgünstigen Angebot für die Einrichtung eines zweiten Hauptanschlusses (was nicht nur dem Bildschirmtext-Teilnehmer nützt, sondern auch der Bundespost angesichts der aufgrund der sich abzeichnenden Vollversorgung rapide abnehmenden Zahl von Fernsprechnueanschlüssen). Auch für die zukünftigen ISDN-Teilnehmer ist das Problem wegen der im Basisanschluß vorgesehenen zwei unabhängigen B-Kanäle gelöst.

Bildschirmtext bietet das Potential für sehr weitreichende Dienstleistungen, insbesondere durch die Möglichkeit des Anschlusses externer Rechner. Für eine Reihe solcher Dienste (wie z.B. für Remote Banking oder andere wichtige Geschäftsvorgänge) gibt es noch offene Fragen bezüglich der Sicherheit und des Datenschutzes. Bei einem Teil der über Bildschirmtext anbietbaren Dienste muß mit Rückwirkungen auf die traditionelle Art, entsprechende Dienste zu erbringen, und damit auf Arbeitsplätze gerechnet werden.

## 2.1.8 ELECTRONIC MAIL

Für Systeme dieser Art gibt es eine Reihe von Bezeichnungen. Solche sind CBMS (Computer Based Message Systems), EMS (Electronic Mail/Message Systems), MHS (Message Handling Systems) oder auch einfach Message-Systeme; die Bundespost spricht von Nachrichten- bzw. Mitteilungsvermittlungssystemen.

**Beschreibung:** Message-Systeme sind Systeme zum Austausch von textorientierten Nachrichten (Dokumenten), wobei neben dem eigentlichen Nachrichtentransport Unterstützung beim Erstellen, Formatieren, Senden (senderseitig), beim Empfangen, Darstellen, Auswerten (empfängerseitig) und beim Archivieren und gezielten Wiederauffinden (sender- und empfängerseitig) von Dokumenten geboten wird. Im allgemeinen wird der Empfänger über die Ankunft einer Nachricht informiert; auch der Absender kann sich über den Zustand der von ihm abgeschickten Nachrichten unterrichten, wobei manche Systeme nicht nur zurückmelden, ob und wann eine Nachricht beim Empfänger angekommen ist, sondern auch, ob und wann der Empfänger darauf zugegriffen hat.

Message-Systeme unterstützen unterschiedlich komplexe Formen der Kommunikation. Basis eines jeden Systems ist der 1:1-Versand, d.h. eine Mitteilung wird von einem Teilnehmer an einen anderen Teilnehmer geschickt (personal mail). Darüberhinaus gibt es den 1:n-Versand, der über Namenslisten oder über Verteilerlisten (öffentlich oder privat) realisiert sein kann.

Über diese Kommunikationsformen hinaus besteht ein Bedarf an Kommunikationsunterstützung innerhalb bestimmter zeitlich fixierter oder auch va-



Die bestehenden Inkompatibilitäten haben dazu geführt, daß bisher Message-Systeme vorwiegend in größeren Unternehmen zum Einsatz kommen, bei denen aufgrund des internen Kommunikationsbedarfes die Benutzung eines solchen Kommunikationsmittels attraktiv ist und ein zentrales Management die Benutzung kompatibler Systeme in den verschiedenen Unternehmensbereichen sicherstellen kann. Öffentlich angebotene Dienste werden in Deutschland bisher nur in geringem Umfang genutzt, meist auf internationaler Ebene zum Austausch von Mitteilungen zwischen Einzelpersonen, die verschiedenen Organisationen angehören. Wie sich das Telebox-System auf die Situation auswirken wird, ist derzeit nicht absehbar. Ein Durchbruch wird vermutlich erst erfolgen, wenn das Telebox-System den neuen CCITT-MHS-Empfehlungen (X.400 ff.) genügen wird (was nach Ankündigung der Post noch im Laufe des Jahres 1985 der Fall sei soll) und private Systeme mit entsprechenden Schnittstellen ausgerüstet sein werden, so daß dann Teilnehmer des öffentlichen Systems und Teilnehmer privater Systeme sowie Teilnehmer verschiedener privater Systeme untereinander Mitteilungen austauschen können.

**Einsatzgebiet:** Potentiell ist die Nutzung von Message-Systemen in allen Bereichen von Wirtschaft, Forschung, Administration wie auch im Privatbereich sinnvoll.: Praktisch alle Systeme bieten den Versand von Mitteilungen (Dokumenten) an einzelne Adressaten sowie an Gruppen von Empfängern. In vielen Fällen können auch Beziehungen zwischen Dokumenten hergestellt werden (z.B. 'Antwort auf', 'Revision von'), Kopien verschickt und die Dokumente selbst wie auch versandspezifische Kontexte (Absender, Adressat, Datum, Uhrzeit) archiviert und durch Retrieval-Funktionen gezielt wiedergefunden werden. Dies macht die Message-Systeme tauglich für den Geschäftsverkehr. Durch eine ausgefeilte Unterstützung der Gruppenkommunikation werden Message-Systeme zu universellen Werkzeugen in der Unterstützung von Bürofunktionen. Gruppenkommunikation kann viele Erscheinungsformen aufweisen. Es können thematisch orientiert offene oder geschlossene Konferenzen nachgebildet werden, es können zeitungähnliche Nachrichtendienste für feste Benutzergruppen oder frei abonnierbar eingerichtet werden, sowie Schwarze-Brett-Funktionen und rundfunkähnliche Verteildienste realisiert werden; ebenso können Kommunikationsstrukturen innerhalb von Organisationen modelliert werden, was z.B. eine wirkungsvolle Unterstützung von Büroabläufen gestattet; schließlich fällt auch das gemeinsame Erarbeiten von Texten in diesen Bereich.

**Zukunftsperspektiven:** Wichtigste Voraussetzungen dafür, daß Message-Systeme ein allgemein nutzbares Kommunikationsmittel werden können, sind die Standardisierung und ein flächendeckendes Angebot der Post. Letzteres befindet sich mit dem Telebox-System, das Mitte 1984 den Testbetrieb und im Frühjahr 1985 den Wirkbetrieb aufnehmen soll, im Aufbau. Langfristig bedeutsam ist die Standardisierung auf internationaler Ebene durch die CCITT-MHS-Empfehlungen. Bisher liegen folgende Empfehlungen vor:

- X.400 Message Handling Systems:  
System Model - Service Elements;
- X.401 Message Handling Systems:  
Basic Service Elements and Optional User Facilities;
- X.408 Message Handling Systems:  
Encoded Information - Conversion Rules;
- X.409 Message Handling Systems:  
Presentation Transfer System and Notation;

- X.410 Message Handling Systems:  
Remote Operations and Reliable Transfer Server;
- X.411 Message Handling Systems:  
Message Transfer Layer;
- X.420 Message Handling Systems:  
Interpersonal Messaging Service - User Agent Layer;
- X.430 Message Transfer Systems:  
Access Protocol for Teletex Terminals.

Weitere Ergänzungen werden in der folgenden Studienperiode (1985-1988) folgen. So ist z.B. das auch für die Praxis sehr wichtige Gebiet der Verzeichnisse (directory services) aus Zeitgründen bisher noch nicht behandelt. Da die von CCITT entwickelten Modellvorstellungen für die Zukunft sehr wichtig sind und überdies den Komplex sehr übersichtlich gliedern und beschreiben, sollen sie im folgenden kurz erläutert werden.

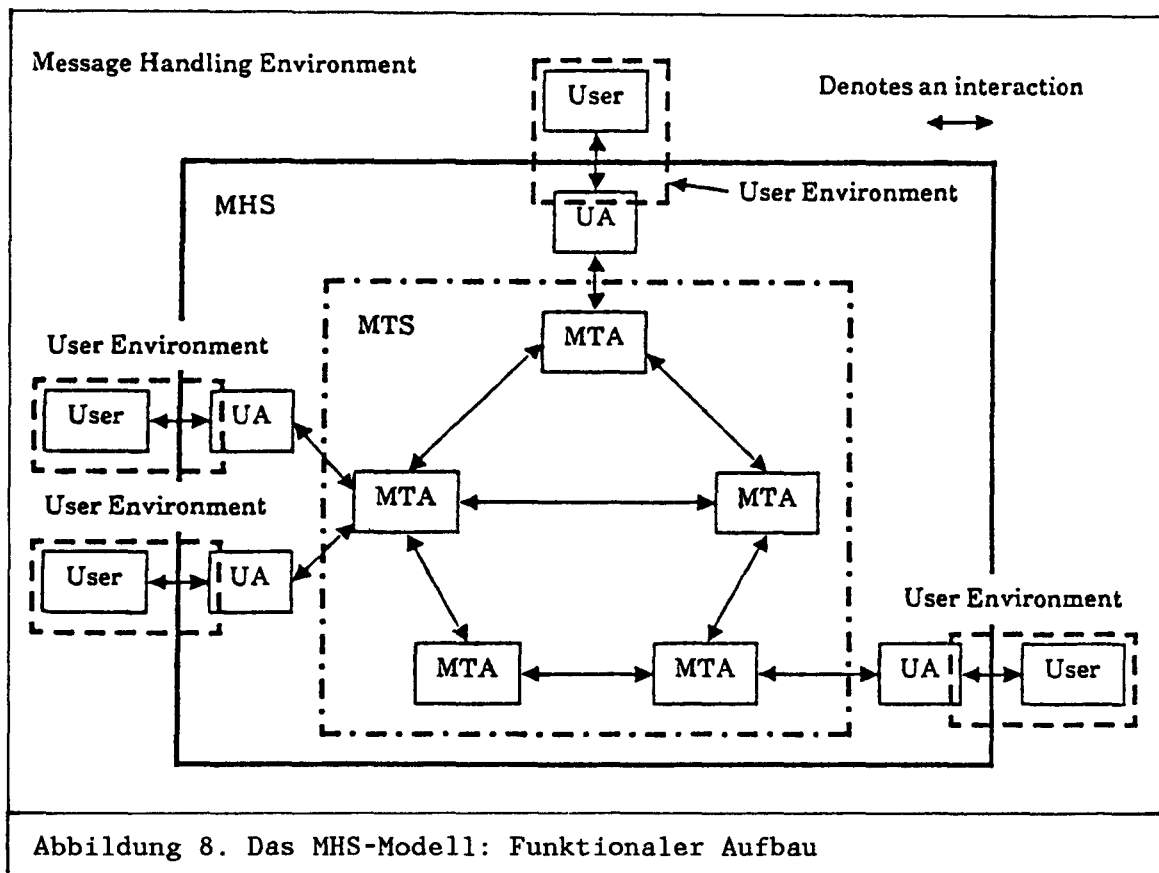
Das MHS-Modell geht von folgenden Komponenten aus:

- USER:** Endbenutzer; i.a. eine Person, aber auch ein elektronischer Prozeß (etwa ein Datenbanksystem) oder ein Informationsgeber/Wandler (z.B. ein Temperaturfühler).
- UA:** Beschreibt den Systemteil, über den der **USER** Leistungen des Mitteilungs-Übermittlungssystems in Anspruch nehmen kann. Die Aufgaben des UA sind Unterstützung des Benutzers bei seinen lokalen Aufgaben (Editieren, Formatieren, Senden und Empfangen und Interpretieren von Mitteilungen) und Verkehr mit dem Mitteilungs-Transport-System in seinem Auftrag.
- MTA:** Darunter wird die Systemkomponente verstanden, die dem **UA** und damit dem Benutzer die Dienste des Mitteilungs-Transport-Systems zur Verfügung stellt.

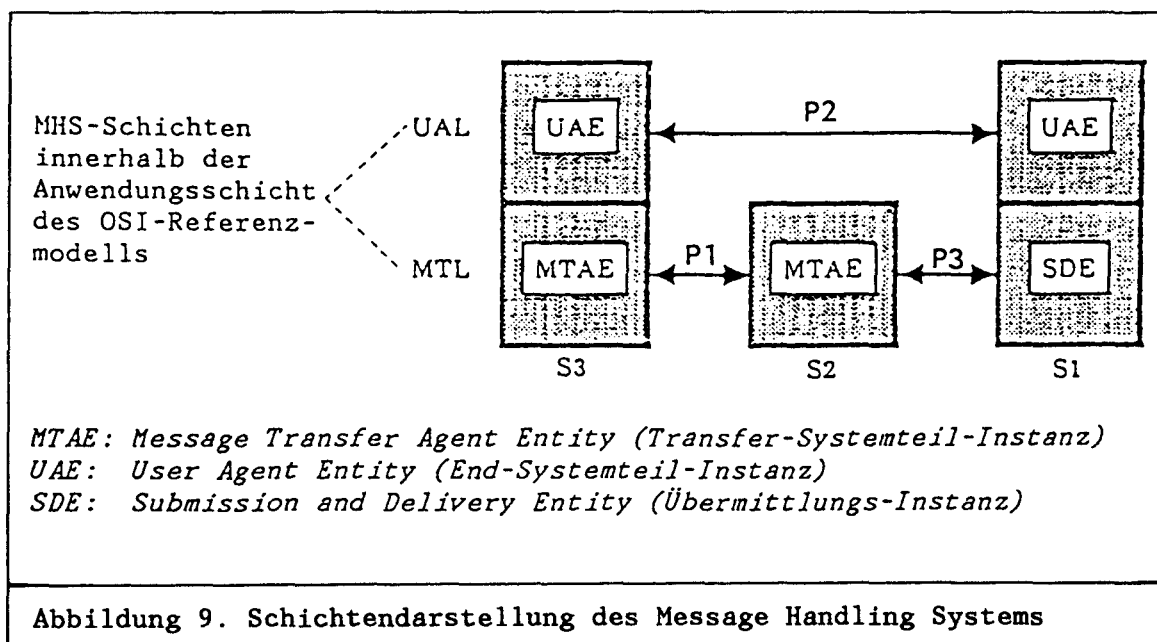
Das Modell (vgl. Abbildung 8 auf Seite 41) unterscheidet zwei Kategorien von Diensten: Benutzerorientierte lokale Dienstleistungen, die durch UAs (User Agents) erbracht werden, und Transportdienstleistungen, die durch das MTS (Message Transfer System) erbracht und über MTAs (Message Transfer Agents) in Anspruch genommen werden können. Der UA unterstützt den Benutzer beim Erstellen, Editieren und Formatieren von zu sendenden Nachrichten, beim Auswählen, Aufbereiten und Präsentieren von empfangenen Nachrichten, sowie beim Ablegen und Wiederauffinden aller Nachrichten; außerdem muß er mit dem MTA zusammenarbeiten, um im Auftrag des Benutzers Transportleistungen in Anspruch nehmen zu können. Während das MTS sowie die Schnittstelle zwischen UA und MTA (Dienste und Protokolle) durch Standards festgelegt sein müssen, gilt dies nicht notwendig für die lokalen Funktionen des UA. Im Gegenteil spricht vieles dafür, diesen Teil des UA auf die Bedürfnisse unterschiedlicher Benutzergruppen hin auslegen zu können.

Das MTS ist für alle Aspekte des Nachrichtentransportes zuständig. Dazu gehören z.B. Dienstleistungen wie 'beschleunigter Transport' oder 'sicherer Transport' (evtl. mit Rückmeldung), aber auch Adressierung, Überprüfung von Zugangsrechten, Tarifierung.

Wenn das MHS-Modell in Beziehung zum OSI-Schichtenmodell gesetzt wird, dann sind UAL (User Agent Layer, Schicht des End-Systemteils) und MTL (Message Transfer Layer, Schicht des Transfer-Systemteils) Sublayer der



Anwendungsschicht (Schicht 7; vgl. Abbildung 9 auf Seite 41). Es sind dann drei Protokolle zu definieren, nämlich die horizontalen (peer to peer) Protokolle P1 und P2 (innerhalb der MT- resp. der UA-Schicht) und das vertikale Protokoll P3, das zum Einsatz kommt, wenn UA und (Zugangs-) MTA nicht im gleichen System verwirklicht sind.



Das MHS-Modell sagt nichts darüber aus, wie die beschriebenen funktionalen Einheiten auf Rechnersystemen zu realisieren sind (z.B. können beide Agententypen im gleichen Rechner realisiert sein, aber auch auf

verschiedenen Rechnern; ein Rechner kann auch mehrere Agenten gleichen Typs beherbergen). Das Modell gibt auch keine Auskunft darüber, in wessen Verantwortungsbereich die verschiedenen Komponenten fallen.

Das MHS-Modell läßt zu, daß das Gesamtsystem aus verschiedenen Verwaltungs- (Versorgungs-) Bereichen (Management Domains) zusammengesetzt ist, die öffentlich (Bundespost) oder privat (Firmen, Verwaltungen, Forschungseinrichtungen) getragen sein können. Dabei können Benutzer eines privaten Bereiches mit Benutzern des öffentlichen Versorgungsbereiches, aber über das öffentliche Message Transfer System auch mit Benutzern anderer privater Versorgungsbereiche kommunizieren. Die bei diesem Konzept bestehenden Organisationsgrenzen zwischen den verschiedenen Domains müssen unterschieden werden von Organisationsgrenzen der unterliegenden Netzwerke (etwa Grenzen der Zuständigkeit nationaler Postgesellschaften im internationalen Verkehr). Beide Grenztypen bleiben dem Benutzer verborgen, solange keine Unterschiede im Dienstleistungsangebot bestehen.

### 2.1.9 VOICE MAIL (SPRACHSPEICHERSYSTEME)

**Beschreibung:** In Voice Mail Systemen (auch Speech Filing Systems, Digital Voice Messaging Systems (DVMS)) können Sprachnachrichten in digitalisierter Form abgesetzt, gespeichert und bei Bedarf vom Empfänger abgerufen werden. PCM-codierte (digitalisierte) Sprache liefert eine Datenrate von 64 kbit pro Sekunde Sprechzeit, die durch Maßnahmen zur Redundanzminderung auf 32 kbps (im Extrem auf 16 kbps) reduziert werden kann. Voice Mail Systeme haben deshalb einen erheblichen Speicherplatzbedarf und erfordern auch eine höhere Übertragungsleistung als textübermittelnde Systeme. Aus diesem Grunde existieren bei den angebotenen Systemen durchweg Sprechzeitlimitierungen; die Limits sind meist einstellbar (auch individuell oder in Klassen) und liegen typischerweise zwischen einer und zehn Minuten, was für die meisten Einsatzbereiche eher als nützliche denn als wertmindernde Beschränkung angesehen werden kann.

Voice Mail erlaubt asynchrone Sprachkommunikation!

**Situation:** Funktional ist Voice Mail eng mit Electronic Mail verwandt, nur daß die ausgetauschten Mitteilungen nicht in Textform sondern in Sprachform vorliegen. Die meisten der heute existierenden Voice Mail Systeme sind in ihrer Logik und von der Realisierung her Ergänzungen zum Fernsprechnetz. Eine solche Realisierung hat den Vorteil, daß das Fernsprechnetz als das am weitesten verbreitete benutzt wird und der normale Fernsprechapparat als Terminal ausreicht. Kernstück eines Systems ist ein kleiner Rechner, der mit ausreichender Sekundärspeicherkapazität ausgestattet ist und über einen vorgeschalteten Sprachdigitalisierer an das Fernsprechnetz (i.a. an eine Nebenstellenanlage) angeschlossen ist. Die so entstehenden Systeme sind geographisch offen in dem Sinne, daß potentiell jeder Fernsprechapparat benutzt werden kann, um Informationen einzuspeisen oder abzurufen; geschlossene Benutzerkreise entstehen dadurch, daß die Rufnummer eines Systems sowie die Identifikationsnummern der Teilnehmer nicht öffentlich bekannt sind. Ein weiterer Vorteil in der Benutzung dieser Systeme ist, daß die Systeme eine asynchrone Sprachkommunikation zulassen, aber nicht erzwingen; in der Regel wird eine Mitteilung nur dann gespeichert, wenn der gewünschte Kommunikationspartner nicht erreichbar ist.

Voice Mail Systeme sind derzeit wegen der erforderlichen Zusatzeinrichtungen nicht billig und stehen erst am Anfang ihrer Entwicklung und Nut-

zung. Die angebotenen Funktionen haben sicher Zukunft, da Sprache die natürlichste und in vielen Fällen auch angemessenste menschliche Kommunikationsform ist.

**Einsatzgebiet:** Gute Einsatzmöglichkeiten für Voice Mail Systeme bestehen in Branchen, bei denen der Außendienst eine wichtige Rolle spielt (Vertriebsgesellschaften, Kundendienst o.ä.). Der Vorteil besteht darin, daß zu jedem beliebigen Zeitpunkt und von jedem Punkt der Erde aus, zu dem eine Fernsprechverbindung besteht, und ohne spezielle Ausrüstung Mitteilungen in Sprachform abgesetzt und abgerufen werden können, wobei in diesem Umfeld die Möglichkeit der Sprechererkennung oftmals von Vorteil ist. Von den Einsatzmöglichkeiten her können diese Voice Mail Systeme als moderne in Funktion, Flexibilität und Komfort weiterentwickelte automatische Telefonbeantworter gesehen werden.

**Zukunftsperspektiven:** Als eigenständige Systeme in Ergänzung des Fernsprechdienstes haben Voice Mail Systeme längerfristig keine Zukunft. Die entsprechenden Dienste (mit zusätzlichen Leistungsmerkmalen) müssen in Zukunft als Teilaspekte eines multimedialen Message-Dienstes gesehen werden. Die Integration von Sprache (und Bildinformation) in Message-Systeme ist als Zukunftsaufgabe erkannt und in Arbeit; die technischen Voraussetzungen für ein multimediales Message-System werden nach Einführung des ISDN und entsprechenden multifunktionalen Endgeräten optimal erfüllt sein.

## 2.2 MENSCH-MASCHINE-KOMMUNIKATION

Wie bereits am Anfang dieses Kapitels festgestellt, ist die Einordnung der verschiedenen Kommunikationsarten bzw. -dienste nicht eindeutig, weil innerhalb der Elektronischen Kommunikation jede Mensch-Mensch-Kommunikation auch die Komponente Mensch-Rechner-Kommunikation enthält. So kann beispielsweise die Textverarbeitung, da die Ergebnisse im allgemeinen wieder einen Menschen zum Ziel haben, als Teilaspekt der Mensch-Mensch-Kommunikation betrachtet werden, sie kann aber auch vorrangig als Mensch-Maschine-Interaktion aufgefaßt werden. Eindeutig ist die Zuordnung der traditionellen interaktiven Datenverarbeitungsdienste. Zunächst aber sind einige grundsätzliche Ausführungen zur Mensch-Maschine-Schnittstelle zu machen und zum Medium, über das die Mensch-Rechner-Kommunikation abgewickelt wird, dem (Dialog-) Terminal.

### 2.2.1 MENSCH-RECHNER-SCHNITTSTELLE

#### 2.2.1.1 Dialog-Terminal

Das Terminal ist das Medium, über das sowohl die traditionellen, mehr datenverarbeitungsorientierten Leistungen wie auch die neuen, mehr kommunikationsorientierten Leistungen von den Benutzern in Anspruch genommen werden können.

In den Anfängen der Datenverarbeitung wurden Fernschreiber (also aus dem Kommunikationsbereich stammende Geräte!) als Terminals verwendet, dann den elektrischen Schreibmaschinen ähnliche Geräte, und heute sind überwiegend Bildschirmgeräte im Einsatz, die allerdings - trotz eines erwei-

terten Leistungsangebotes - vorwiegend noch auf die Belange der Datenverarbeitung ausgerichtet sind.

Die Vielfalt der am Arbeitsplatz angebotenen Datenverarbeitungs- und Telekommunikationsdienste wird weiter wachsen. Da es weder aus Kostengründen, noch aus Gründen der Raumökonomie, noch aus Gründen der Benutzerfreundlichkeit vertretbar ist, pro Arbeitsplatz für die verschiedenen Dienste verschiedene Terminals vorzuhalten, ist der Bedarf an multifunktionalen Terminals bzw. multifunktionalen Arbeitsstationen offensichtlich.

Konsequent zu Ende gedacht, sind die Anforderungen an ein solches Endgerät beachtlich: Es muß natürlich den Bereich der Datenverarbeitung, der ja durch die neu hinzukommenden Dienste nicht abgelöst wird, abdecken können; es muß grafikfähig sein, denn Graphik und Bildinformation werden stetig an Bedeutung gewinnen; die neuen Telekommunikationsdienste müssen darüber abgewickelt werden können, d.h. es muß als Zugangsstation für Message-Dienste arbeiten können und teletex- und bildschirmtextfähig sein.

Die Technologie und die Bausteine, die ein solches Gerät ermöglichen, sind (zumindest im Prinzip) vorhanden:

Ein mit entsprechenden Anschlüssen versehener Mikroprozessor, mit ausreichender Speicherkapazität ausgestattet, mit einem hochauflösenden (farbigen) Punktrasterbildschirm, mit Lautsprecher und Mikrofon und entsprechender Elektronik (CODECs) - durch Softwarepakete auf die verschiedenen Anwendungsbereiche hin optimiert - könnte die Anforderungen erfüllen.

Allerdings stellt ein solches Gerät derzeit noch eine auch im professionellen Bereich für einen breiten Einsatz nicht finanzierbare Maximallösung dar. Dennoch sind die Zukunftsperspektiven für derartige Geräte gut: Zum einen erlaubt die Universalität solcher Gerätes große Stückzahlen, zum anderen liegen die derzeit noch kostentreibenden Komponenten vorwiegend im Bereich der Elektronik (auch die hohen Kosten für Rasterbildschirme fallen darunter), für die in den kommenden Jahren weitere deutliche Verbesserungen des Preis-/Leistungsverhältnisses zu erwarten sind. Überdies ist auch eine erhebliche (vermutlich eher in Jahren zu messende) Entwicklungszeit erforderlich, um aus den vorgenannten Komponenten ein kompaktes, zuverlässiges und benutzerfreundliches Gerät zu machen, wozu insbesondere auch die Bereitstellung umfangreicher, fortschrittlicher Unterstützungssoftware gehört.

Zusammenfassend: Man kann davon ausgehen, daß innerhalb der nächsten drei Jahre solche Geräte zu erschwinglichen Preisen verfügbar werden.

### 2.2.1.2 Ergonomie

Mit der Zahl der Datenverarbeitungs- und Kommunikationsdienstleistungen, die über Terminals (Bildschirmgeräte) verfügbar sind, wird der Personenkreis, der Bildschirmarbeit leistet, erheblich anwachsen; ebenso wird die pro Person und Tag am Bildschirm verbrachte Zeit ansteigen. Damit gewinnt die Frage nach der Ergonomie von Bildschirmarbeitsplätzen und den Auswirkungen der Bildschirmarbeit an Bedeutung.

Diese Frage ist schon vor einiger Zeit u. a. von den Gewerkschaften aufgegriffen worden - vorwiegend unter dem Aspekt des Schutzes der relativ kleinen Gruppe von Arbeitnehmern die dauernd am Bildschirm arbeiten - und hat zu Empfehlungen über die Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen geführt. Dieser Komplex wird Hardware-Ergonomie genannt und enthält Forderungen nach blend- und flickerfreien sowie dreh- und kippbaren

Bildschirmen, flachen, beweglichen Tastaturen mit gemuldeten Tastenoberseiten sowie Einhaltung von Tastenabständen und -größen. Erkenntnisse der Arbeitsmedizin auf diesem Gebiet müssen selbstverständlich verwirklicht werden, zumal sie im Grunde kaum kostenwirksam sind. Tatsächlich entsprechen die meisten neueren Produkte den genannten Forderungen.

Es hat sich aber gezeigt, daß die Software-Ergonomie mindestens gleichrangig anzusehen und überdies weitaus schwieriger und kostspieliger zu erreichen ist. Unter Software-Ergonomie versteht man die Forderung, daß die notwendigen Mensch-Maschine-Interaktionen in einer der menschlichen Veranlagung adäquaten Weise durchgeführt werden (der volkstümlichere Begriff 'Benutzerfreundlichkeit' besagt im Grunde das gleiche). Inzwischen haben auch Normierungsgremien (DIN) die Thematik aufgegriffen. Für die Beurteilung des Mensch-Rechner-Dialoges wurde folgende Kriterienliste vorgeschlagen (vgl. [77]):

- Aufgabenangemessenheit
- Selbsterklärungsfähigkeit
- Erlernbarkeit
- Fehlertoleranz
- Steuerbarkeit
- Verlässlichkeit

Hinter diesen Schlagworten verbergen sich eine Reihe von nicht leicht zu verwirklichenden Forderungen:

**Aufgabenangemessenheit:** Ein Dialog ist problemangemessen, wenn er die eigentliche Arbeitsaufgabe des Benutzers unterstützt, ohne die Erledigung dieser Aufgabe durch die Eigenschaften des Systems zusätzlich zu belasten.

- Die Komplexität des Dialoges sollte der Komplexität und der Häufigkeit der Dialogschritte angepaßt sein.
- Automatische Einstellung von Standardwerten (defaults) mit Änderbarkeit durch den Benutzer.
- Automatische Silbentrennung.
- Implementation von Spell-Programmen, Implementation des Duden.
- Stilistische Überprüfung des Textes durch das System.
- Wiederaufsetzpunkte im Kontext.

**Selbsterklärungsfähigkeit:** Ein Dialog ist selbsterklärungsfähig, wenn dem Benutzer auf Verlangen Einsatzzweck und Einsatzweise während des Dialoges erläutert werden können, soweit die dargestellte Information nicht unmittelbar verständlich ist.

- Visualisieren der Ergebnisse (WYSIWYG: what you see is what you get).
- Ergebnismeldungen des Systems; Feedback.
- Durchgängige Bevorzugung des Prinzips: Erkennen anstatt erinnern.



- Anpassung des Systems an pragmatische und semantische Vorstellungswelt des Benutzers (z.B. Bürometaphern).
- Situations- und kontextabhängige Erklärungen.
- Mehrfachcodierung der Information (begrifflich, graphisch etc.).

**Erlernbarkeit:** Erlernbarkeit ist die Eigenschaft des Dialoges, dem Benutzer den Erwerb von Kenntnissen zu erleichtern, die er für das Verständnis von Anwendungszweck und Anwendungsweise des Systems braucht.

- Implementation von Lernprogrammen.
- Der Dialog sowie die Erklärungshilfen sollten dem Übungsgrad des Benutzers angepaßt sein.
- Der Benutzer sollte dabei unterstützt werden, sich ein inneres Modell der Abläufe bilden zu können.
- Systemgestaltung unter Berücksichtigung von Konsistenz und Übertragbarkeit der Lerninhalte.
- Die Erklärungshilfen sollten aus der Begriffswelt des Benutzers stammen.
- Die verschiedenen Hilfen für das Erlernen müssen aufeinander abgestimmt sein.

**Fehlertoleranz:** Fehlertoleranz ist die Fähigkeit des Systems, Eingaben des Benutzers so zu verarbeiten, daß trotz des Eingabefehlers das intendierte Arbeitsergebnis erreicht wird und/oder dem Benutzer die Ursachen des Fehlers zum Zwecke der Behebung verständlich gemacht werden.

- Eingaben dürfen nicht zu undefinierten Systemzuständen oder Systemzusammenbrüchen führen.
- Nicht zu viele Klärungsdialoge.
- Bei alternativer Fehlerbehebung müssen dem Benutzer Korrekturalternativen angeboten werden.
- Das System sollte direkt auf die Fehler hinweisen (Markierung der Fehlerstelle).
- Fehlermeldungen sollten einheitlich strukturiert und codiert ausgegeben werden.
- Je nach Anforderung muß eine im Umfang abgestufte Fehlererläuterung gegeben werden.

**Steuerbarkeit:** Die dem Benutzer ermöglichte Beeinflussung des Dialoges wird als Steuerbarkeit bezeichnet. Der Benutzer soll den zeitlichen Verlauf, die Reihenfolge und Komplexität der einzelnen Dialogschritte bestimmen können.

- Wenig geübte Benutzer sollen einfache und überschaubare Dialogschritte wählen können.
- Der Benutzer sollte bereits durchgeführte Dialogschritte zurückverfolgen können.

- Ein Wechsel der Initiativlage zwischen rechner- und benutzerinitiierten Eingaben sollte möglich sein.
- Schnelle Reaktionszeiten des Systems.
- Der Übergang auf effizientere Dialogtechniken muß möglich sein (kein Menüzwang)
- Das System sollt die Bildung von Makros erlauben.

**Verlässlichkeit:** Unter Verlässlichkeit des Dialoges wird verstanden, daß das Dialogverhalten den Erwartungen des Benutzers entspricht, die er aus Erfahrungen mit Arbeitsabläufen mitbringt, und die er sich während der Systembenutzung bildet.

- Weitgehend einheitliche Dialogsyntax in allen Bereichen der Kommunikation mit dem System.
- Stabilität und Fehlerfreiheit des Systems.
- Ähnliche Reaktionszeiten von Dialogschritten bei der Bearbeitung ähnlicher Aufgaben.
- Bei längeren Wartezeiten soll der Benutzer Auskunft über Art und Dauer erhalten.
- Feste Zuordnung von Bildschirmbereichen z.B. für Fehlercodes, Statusmeldungen etc.
- Verwendung ähnlicher Codierungsformen für ähnliche darzustellende Informationen.

Diese Auflistung von teilweise etwas abstrakten Anforderungen an ein benutzerfreundliches System macht deutlich, daß noch erhebliche Entwicklungsarbeit zu leisten ist bis zur Erreichung dieses Zieles. Kernpunkt der Forderungen ist, daß die Darbietung von Datenverarbeitungs- und Kommunikationsdienstleistungen grundsätzlich in einer menschlichen Bedürfnissen und Verhaltensweisen angepaßten Form geschehen muß; darüberhinaus soll die Interaktion im Jargon und innerhalb der Gedankenwelt des jeweiligen Aufgabengebietes ablaufen (dies bedeutet, daß etwa ein System zur Unterstützung von Büroabläufen die vertrauten Objekte wie Eingangskorb, Ausgangskorb, Ablage, Ordner, Papierkorb etc. und die darauf bezogenen Funktionen modellieren muß) und der Dialog in seiner Effektivität an den sich verändernden Kenntnisstand des Benutzers adaptierbar sein muß.

Die Entwicklung von in diesem Sinne beutzerfreundlichen Systemen steht erst am Anfang. Ein wichtiger Grund dafür ist, daß für die Realisierung Ressourcen erforderlich sind, wie sie bislang (dem einzelnen) nicht zur Verfügung standen und deren Verfügbarkeit sich teilweise auch heute erst abzeichnet. Wenn aber Datenverarbeitungs- und Kommunikationsdienstleistungen auf breiter Front in vielen Arbeitsumgebungen verfügbar gemacht werden sollen und dabei zunehmend durch Benutzer in Anspruch genommen werden, weder DV-Kenntnisse *haben*, noch *erwerben wollen*, noch *erwerben sollen*, dann ist eine Entwicklung zu mehr Benutzerfreundlichkeit im Sinne der obigen Forderungen unerläßlich.

Solange Datenverarbeitung in erster Linie eine Sache der Experten ist, sind Benutzerfreundlichkeit und einfache Bedienung Punkte von untergeordneter Bedeutung; es ist im Gegenteil so, daß Spezialistentum und das Erfordernis nach zusätzlicher Ausbildung und Qualifikation erwünscht sind, da hierdurch die Position der Mitarbeiter verbessert wird. Diese Haltung

führt teilweise dazu, daß die Experten, denen bei der (konzeptionellen) Weiterentwicklung der Systeme eine wichtige Rolle zukommt, von der Notwendigkeit einer solchen Weiterentwicklung nicht unbedingt überzeugt sind und sie deshalb auch zumindest nicht fördern.

## 2.2.2 TEXTVERARBEITUNG

**Beschreibung:** Textsysteme sind Hilfsmittel für die Erstellung, d.h. für das Einbringen, Editieren und Formatieren von Texten. Darüberhinaus werden Trennhilfen, Buchstabierhilfen und als fortgeschrittenes Hilfsmittel Kontextprüfungen, d.h. die Überprüfung von Wortkombinationen auf Sinnhaftigkeit, geboten. Von diesen Hilfen werden i.a. nicht nur die fehlerhaften oder zweifelhaften Stellen markiert, sondern auch Alternativen angeboten. Diese Hilfsmittel können - wenn sie konsequent eingesetzt und vervollkommen werden (dadurch werden z.B. die zugrundeliegenden Wörterbücher sehr umfangreich) - in erheblichem Umfang Datenverarbeitungskapazität verbrauchen. In manchen Bereichen (Branchen) gibt es Weiterentwicklungen von Textsystemen, die auf Spezifika der Branche zugeschnitten sind. Ein Beispiel dafür ist das Rechtswesen. In diesem Bereich wird sehr viel mit feststehenden Phrasen gearbeitet. Diese können in ein Textsystem eingespeichert werden; neue Texte können dann mit sehr geringem Aufwand aus solchen vorbereiteten Textfragmenten zusammengestellt werden.

**Situation:** Es gibt zwei Entwicklungslinien für Textverarbeitungssysteme:

Die erste ist eine Weiterentwicklung von Editoren, die bereits in frühen Stadien der Datenverarbeitung für die Programmerstellung zur Verfügung gestellt wurden. Diese wurden im Laufe der Zeit für die allgemeine Textbearbeitung weiterentwickelt und durch Formatierhilfen und weitere der oben genannten Hilfsmittel ergänzt.

Die zweite Entwicklungslinie geht aus von den elektrischen Schreibmaschinen und führt über die Speicherschreibmaschine zu lokalen Textverarbeitungssystemen auf Mikroprozessorbasis mit eigenen elektromagnetischen Speichern (Floppy, Winchester).

Die aus der traditionellen Datenverarbeitung hervorgegangenen Systeme sind in der Regel zentrale Systeme mit - den Möglichkeiten der dahinterstehenden Großrechner entsprechend - in manchen Fällen geradezu übergroßem Angebot an Funktionen, was aber nicht über die prinzipielle Schwäche hinwegtäuschen kann, daß die meisten Programmpakete 'batchorientiert' und damit wenig benutzerfreundlich sind. (Es ist überhaupt festzustellen, daß aus dem Bereich der traditionellen Datenverarbeitung seit Einführung der Timesharingssysteme kein substantieller Beitrag zur Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle mehr gekommen ist). Darüberhinaus gibt es eine Reihe von weniger prinzipiellen Unzulänglichkeiten:

Viele Systeme stammen aus dem englischen Sprachraum und die Umstellung auf die deutschen Sprachgegebenheiten ist bisweilen unzulänglich durchgeführt; bei den Terminals hat man oftmals die Alternative zwischen solchen, die die in der Datenverarbeitung üblichen Sonderzeichen oder die Sonderzeichen der deutschen Sprache darstellen bzw. nicht darstellen können; des weiteren sind die meisten in der Datenverarbeitung eingesetzten Terminals nicht in der Lage, übliche Textformate darzustellen (von Proportionalschrift oder verschiedenen Schriftarten oder etwa mathematischen Sonderzeichen zu schweigen), so daß eine endgültige Überprüfung des Text-

bearbeitungsvorganges erst nach der Ausgabe auf Papier möglich ist; hinzu kommen Unzulänglichkeiten durch Inkompatibilitäten zwischen verschiedenen Programmpaketen oder eine ungenügende Unterstützung bestimmter Hardware-Komponenten, so daß manches, was wünschenswert und im Prinzip auch möglich wäre, in der Praxis dann doch nicht oder nur sehr umständlich oder unzulänglich funktioniert.

**Zusammenfassend:** Textverarbeitung auf der Basis zentraler Datenverarbeitungssysteme hat den Vorteil funktionaler Mächtigkeit und den nicht zu unterschätzenden Vorzug, auf einem einzigen System angesiedelt zu sein, so daß Kommunikationsprobleme von vornherein eliminiert sind und überdies als weiterer Vorteil hinzu kommt, daß eine Reihe weiterer DV-Dienste auf dem gleichen System erbracht wird. Ein Nachteil ist die eingeschränkte Benutzerfreundlichkeit, die sich insbesondere dann als ernstzunehmendes Manko erweist, wenn man die Textverarbeitung nicht als eine funktionale Ergänzung des Systems versteht, die den interaktiven Benutzern u.a. zur Verfügung steht, sondern als eigenständige Komponente auffaßt, die auch von nicht DV-kundigen Benutzern in Anspruch genommen werden soll.

Die dedizierten Textverarbeitungssysteme haben sich parallel zu den technologischen Möglichkeiten entwickelt und inzwischen einen beachtlichen Leistungsstandard erreicht. Aufgrund der immer noch beschränkten Betriebsmittel befinden sie sich vom Funktionsumfang her (insbesondere was sehr aufwendige Funktionen wie beispielsweise die Kontextüberprüfung angeht) gegenüber großen zentralen Systemen im Nachteil; als auf einen bestimmten Anwendungszweck hin optimierte Systeme haben sie aber Vorteile in der Bedienung.

Zu erwähnen ist hier das Xerox-8000-System (Star), weil es einen wirklichen Fortschritt bezüglich der Mensch-Maschine-Schnittstelle markiert. Es gibt inzwischen mehrere ähnlich konzipierte Systeme, von denen - weil deutlich preiswerter - Apple's LISA und insbesondere Macintosh erwähnt werden sollten. Diese Systeme sind keine reinen Textverarbeitungssysteme, sondern multifunktionale Arbeitsplatzsysteme zur Unterstützung der Büroarbeit, bei denen die Textverarbeitung eine Komponente unter mehreren anderen ist; die Verbesserung der Benutzerschnittstelle kommt aber auch bei der Textverarbeitung zum Tragen.

Gesteuert werden die Abläufe in diesen Systemen nicht durch die Eingabe von Befehlsfolgen, sondern normalerweise durch auf dem Bildschirm eingeblendete allgemein verständliche Symbole, die über eine Maus angesteuert werden. Gemeinsam ist den vorgenannten Systemen auch die Verwendung leistungsfähiger Punktrasterbildschirme.

Wenn man dieses Konzept der Bedienerführung als richtungsweisend ansieht und dazu fordert, daß die Leistungen eines Textverarbeitungssystems (insbesondere Formatierung und Rechtschreibprüfung) in Realzeit erbracht werden, so führt dies zu so hohen Anforderungen an Rechenleistung und Speicherkapazität, daß folgende Aussagen gerechtfertigt sind:

1. Die meisten der gängigen 8- und 16-Bit Mikrorechner können die geforderten Leistungen nicht erbringen.
2. Es ist undenkbar, vergleichbare Leistungen (für eine Vielzahl von Benutzern) durch ein rein zentrales System (d.h. ohne Intelligenz vor Ort) bereitzustellen.

Texterstellung/-verarbeitung ist i.a. nicht Selbstzweck, d.h. die Texte werden für bestimmte Verwendungszwecke vorbereitet. Texte (Berichte, Bücher, Zeitschriften, Briefe, Notizen, Dokumente) werden gespeichert

und/oder verschickt und/oder gedruckt und oftmals liegt bei der Erstellung eines Textes nicht einmal genau fest, was alles damit geschehen soll. Im Kontext mit der Unterstützung von Büroabläufen ist es sinnvoll die Unterstützung der Textverarbeitung mit elektronischen Mitteln als Teilaspekt zu verstehen, wozu gleichrangig noch Verschicken/Empfangen und das Ablegen/Wiederfinden elektronisch gespeicherter Dokumente gehört. Da aber die Unterstützung der Bürotätigkeit mit elektronischen Hilfsmitteln nicht kurzfristig auf breiter Front realisierbar ist, werden isolierte Textverarbeitungssysteme zur Erstellung von Texten, die anschließend auf Papier ausgegeben und dann konventionell weiterverarbeitet werden, noch für lange Zeit von Bedeutung sein, und auch integrierte Systeme werden diese Betriebsweise noch auf lange Zeit unterstützen müssen.

Für Texte, die gedruckt werden sollen, bietet sich die Kopplung von Textsystemen mit Printmedien an (je nach gewünschter Auflage Laserdrucker oder Photosetzmaschine); eine solche Lösung ermöglicht die Bearbeitung eines Textes von der ersten Eingabe bis zur fertigen Druckvorlage, ohne an irgendeiner Stelle dieses Prozesses Papier als Informationsträger zu benutzen oder gar den Text mehrfach eingeben zu müssen.

**Einsatzgebiet:** Textverarbeitungssysteme können überall dort eingesetzt werden, wo Texte zu erstellen oder zu bearbeiten sind; dies ist im Rahmen von Message-Systemen oder allgemeiner im Rahmen von Systemen zur Unterstützung von Bürofunktionen der Fall. Damit ist der gesamte Bereich Administration/Büro angesprochen, aber auch im wissenschaftlichen Umfeld werden in steigendem Umfang Texte (Mitteilungen, Vorlagen, Berichte, Veröffentlichungen) produziert und 'verarbeitet'.

In Bereichen, in denen nur gelegentlich Texte zu erstellen sind, ist der Einsatz von dedizierten Textverarbeitungs- (Schreib-)systemen nicht angebracht. Hier ist ein zentrales System oder in Zukunft eine Arbeitsstation mit Textfähigkeit sinnvoll, wobei jedoch in verstärktem Maße auf die Textfähigkeit der zum Einsatz kommenden Terminals Wert gelegt werden sollte.

**Zukunftsperspektiven:** Die Entwicklung verläuft eindeutig in die Richtung multifunktionaler Arbeitsstationen, die unter anderem für die Textbearbeitung tauglich sind. Basis solcher Arbeitsstationen sind 'General Purpose'-Mikroprozessoren, so daß die Texttauglichkeit - ausreichende Leistung und Speicherkapazität vorausgesetzt - lediglich eine Frage der Software und geeigneter Peripherie (Bildschirm, Drucker) ist.

In vielen Fällen - dies gilt insbesondere auch bei wissenschaftlichen Berichten - besteht der Inhalt nicht aus reiner Textinformation, sondern aus einer Kombination von Text und Graphik bzw. Bildinformation. Während sowohl im reinen Textbereich wie im reinen Graphikbereich Lösungen existieren, gibt es kaum Systeme, mit denen in integrierter Form beide Informationstypen bearbeitet werden können.

Solange die Textverarbeitung lokal betrieben wird, d.h. die fertigen Texte ausgedruckt und konventionell weiterverarbeitet werden, besteht Freiheit nicht nur bezüglich der Systembedienung, sondern auch bezüglich der Zeichensätze, Schriftarten, Schriftgrößen, Sonderzeichen usw.. Dies ändert sich grundsätzlich, wenn die fertigen Texte (final form) auf elektronischem Wege verschickt werden sollen. In diesem Falle muß zumindest über den verfügbaren Zeichenvorrat und die Interpretation einiger Steuerzeichen Einvernehmen bestehen. Noch weitaus schwieriger wird es, wenn ein unfertiger Text (revisable form) zur weiteren Bearbeitung verschickt werden soll. In diesem Falle müssen neben dem eigentlichen Text auch alle Struktur- und Steuerinformationen mit übertragen und empfängerseitig richtig interpretiert werden. Diese Problemstellung ist nur auf der Basis einer standardisierten Dokumentarchitektur zu lösen.

An Standards für eine Dokumentarchitektur und für den Austausch von Dokumenten arbeiten ISO, ECMA und CCITT [33,34]. ISO/TC97/SC18 (*Text preparation and interchange*) bearbeitet in enger Zusammenarbeit mit ECMA die Themen:

- Office Document Architecture (ODA)
- Office Document Interchange Formats (ODIF)
- Office Document Profile (ODP)

In CCITT/Studiengruppe 8 wird die Empfehlung T.73 (*Document Interchange Protocol for the Telematic Services*) erarbeitet, die Teletex und Faksimile Gruppe 4 Mixed Mode of Operation standardisiert.

Die Grundlage bildet ein standardisiertes, abstraktes Dokumentarchitektur-Modell, das die Grundsätze für die Beschreibung von Dokumenten enthält, unabhängig von Datenstrukturen und Formaten. Das Dokumentarchitektur-Modell beschreibt die Komponenten eines Dokumentes, ihre Eigenschaften und Relationen und wie Dokumente daraus aufgebaut werden. Schließlich muß das Modell Kontroll- und Steuerungsmechanismen für Dokumentstrukturen definieren, um Form- und Layout-Vorgabe während der Verarbeitung zu wahren und zu unterstützen. Wichtig am Modell ist, daß die Ausführung jeder Anwendungsfunktion als abstrakter Vorgang, der auf dem abstrakten Dokumentarchitektur-Modell abläuft, beschrieben werden kann.

Ein Dokument ist definiert als Menge von Information, die für den Menschen verständlich ist, und die in einer Anwendung als Einheit ausgetauscht, abgelegt oder verarbeitet wird. Es besteht aus zwei korrespondierenden hierarchischen Strukturen, der logischen Struktur (Titel, Autor, Kapitel, Absatz, Bild, Bildunterschrift etc.) und dem Layout (rechteckige Bereiche, die parallel, geschachtelt, überlappend angeordnet sein können: Seite, Spalte, Textblock (evtl. abgesetzt durch Schriftart oder -größe), Bildblock etc.). Die Strukturinformation grenzt Objekte ein und beschreibt deren Eigenschaften (etwa Objektnummern bei logischen Objekten oder Größe, Lage, Hintergrundfarbe, Schriftart bei Layout-Objekten) und Relationen (zwischen logischen Objekten z.B. Referenzen auf Bilder, Literaturangaben; zwischen Layout-Objekten z.B. Fortsetzungsrelation). Konstrukturen definieren, wie ein zusammengesetztes Objekt aus seinen Komponenten aufgebaut wird und wie darauf zugegriffen werden kann. Die unterste Stufe der Objekte bilden sogenannte elementare Objekte, die dadurch ausgezeichnet sind, daß

- nur ihnen direkt Primärinformation zugeordnet ist,
- sie nur Primärinformation einer einzigen Informationsart enthalten,
- sie eine Schnittstelle zu noch nicht oder auch bereits standardisierten Elementarobjekt-Strukturen bieten.

Primärinformation (z.B. Textzeichen bei der Informationsart Text oder geometrische Elemente (Linien) bei der Informationsart Graphik) ist unabhängig von Struktur und Layout eines Dokumentes.

Die Hierarchie von Objekten ist in Abbildung 10 auf Seite 52 dargestellt, die Beschreibung eines Dokumentes in Abbildung 11 auf Seite 52).

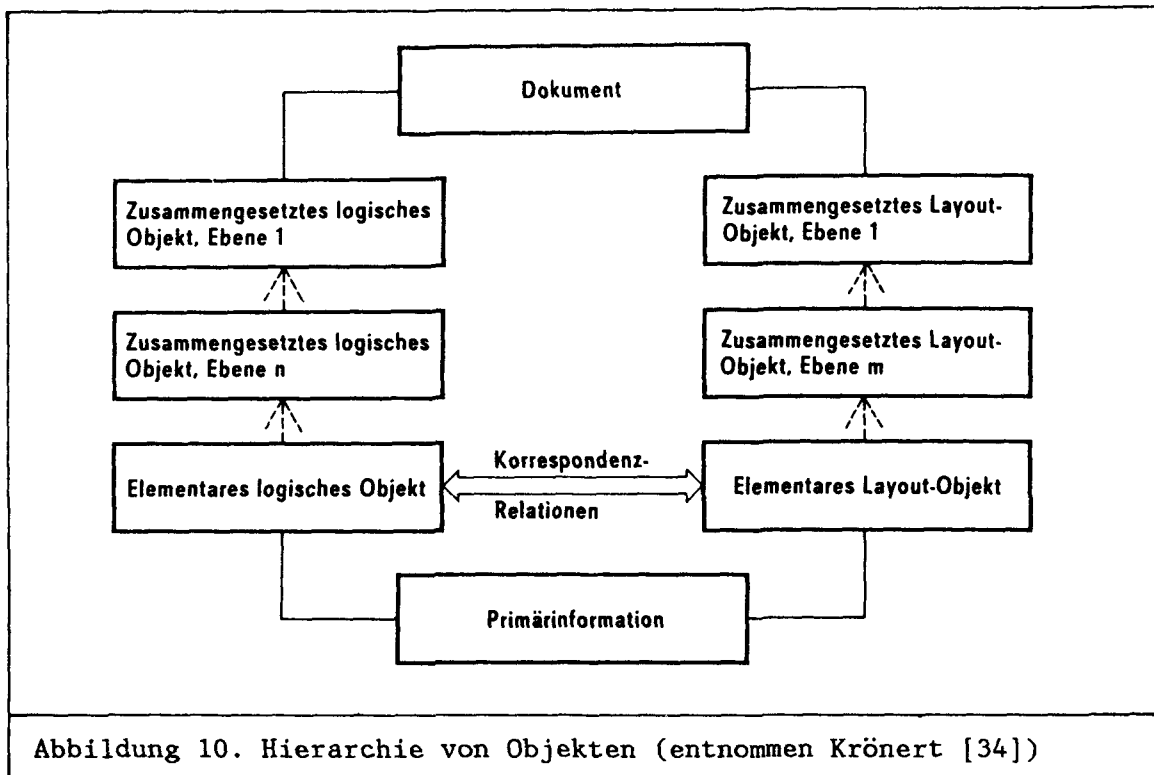


Abbildung 10. Hierarchie von Objekten (entnommen Krönert [34])

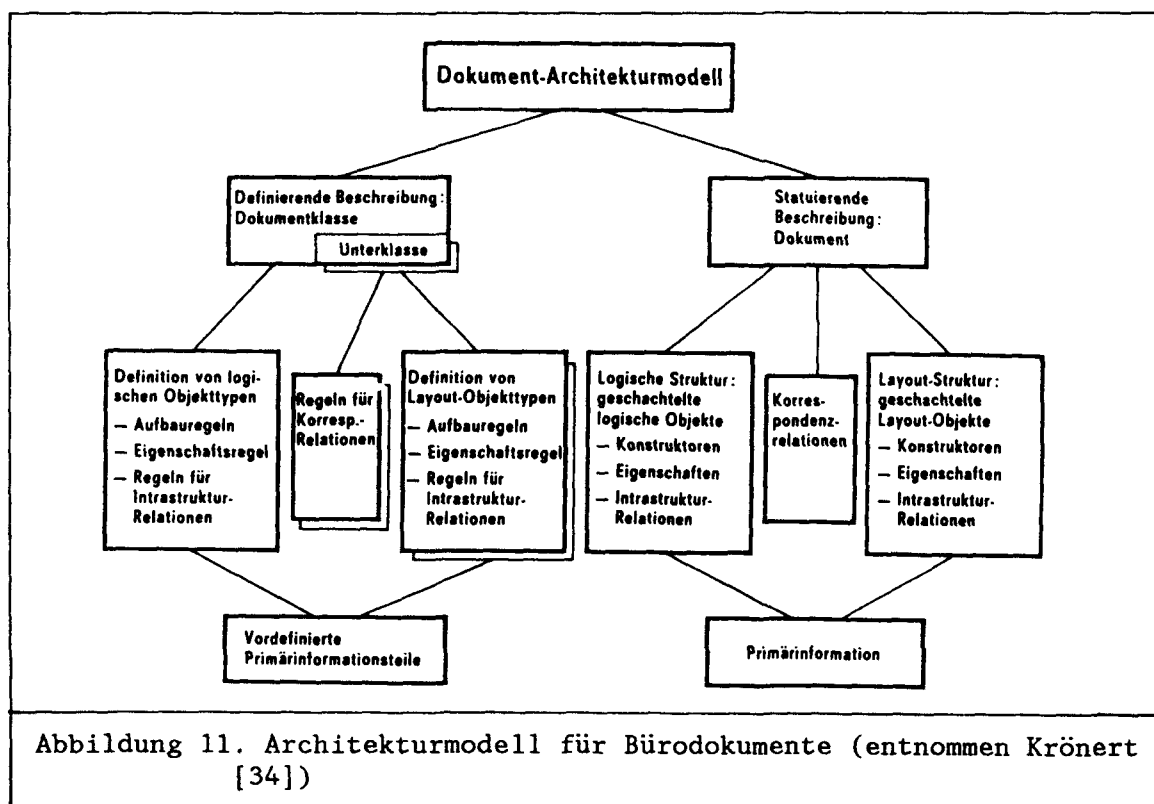


Abbildung 11. Architekturmodell für Bürodokumente (entnommen Krönert [34])

Wie aus der vorangegangenen Beschreibung hervorgeht, wird die Dokumentenarchitektur Dokumente mit gemischten Informationsarten (zunächst Text und Graphik) abdecken.

### 2.2.3 INTERAKTIVE GRAPHIK

**Beschreibung:** Kernpunkt ist die Eingabe bzw. Ausgabe von Information in graphischer (bildhafter) Form. Bei der Eingabe kann der Aufbau einer Graphik (eines Bildes) durch vor- oder selbstdefinierte graphische (oft geometrische) Elemente, die i.a. über Parameter variierbar sind, erfolgen. Eine zweite Möglichkeit besteht darin, daß auf einem ortsauflösenden Medium direkt Zeichnungen erstellt werden, deren Koordinatensequenzen (im Rahmen der Auflösung des Mediums) erfaßt und in den Rechner übernommen werden, wo sie zur weiteren interaktiven Bearbeitung zur Verfügung stehen.

Fast noch wichtiger als die Eingabe graphischer Information ist deren Ausgabe. Dabei werden Informationen, die ihrer Natur nach bildhaft sind oder für eine bildhafte Darstellung geeignet sind, entsprechend aufbereitet und ausgegeben.

**Situation:** Graphische Ein-/Ausgabe ist bislang ungleich teurer als alphanumerische. Dies liegt zum einen an der erforderlichen Ausrüstung (graphisches Tablett o.ä. auf der Eingabeseite, grafikfähiger Bildschirm und Drucker und evtl. Plotter auf der Ausgabeseite), zum anderen an dem erheblichen Rechenzeit- und Speicherplatzbedarf für die Verarbeitung graphischer Information. Unzureichende Betriebsmittel führen hier zu unzulänglichem Service, insbesondere, wenn die Interaktivitätsrate hoch ist.

Mit dem GKS (Graphisches Kernsystem) existiert nunmehr ein Standard für Computergraphik, der zunehmend berücksichtigt wird (z.B. bei der Geometrie-Option im CEPT-Bildschirmtext-Standard).

**Einsatzgebiet:** In graphischer (bildhafter) Form können Zusammenhänge sehr viel leichter sichtbar gemacht werden als dies durch Text oder Zahlenreihen geschehen kann; Graphik ist überdies geeignet, sehr große Informationsmengen überschaubar zu machen. In vielen Fällen ist Graphik die einzig adäquate Darstellungsform, insbesondere wenn es sich um die Darstellung von Informationen oder Vorgängen handelt, die ihrer Natur nach bildhaft sind. Sehr große Fortschritte verzeichnen derzeit Anwendungen, bei denen Graphik ein Kernelement ist; zu nennen sind hier Anwendungen aus den Bereichen CAD (Computer Aided Design), CAE (Computer Aided Engineering) und CAM (Computer Aided Manufacturing).

**Zukunftsperspektiven:** Es kann kein Zweifel daran bestehen, daß bei der Weiterentwicklung der Mensch-Rechner-Schnittstelle Graphik - und zwar farbige Graphik - eine wichtige Rolle spielen wird. Mit der Verfügbarkeit leistungsfähiger Arbeitsstationen sind die Voraussetzungen dafür gegeben. Die Arbeitsstationen werden in Zukunft den Host zumindest von der zeitraubenden Arbeit des Bildaufbaus und einfacher Bildmanipulationen entlasten und damit die Möglichkeit eröffnen, *interaktive* Graphik allgemein, d.h. für größere Benutzerzahlen, anbieten zu können.

### 2.2.4 SPRACHEIN-/AUSGABE UND VERARBEITUNG

**Beschreibung und Situation:** Die einfachste Form der Sprachverarbeitung beinhaltet die Sprachaufnahme, die Weiterleitung, die Speicherung und schließlich die Ausgabe der zuvor aufgenommenen Sprachsignale. Diese Art



der Sprachverarbeitung kommt bei Voice-Mail-Systemen oder im Rahmen von Sprachannotationen in Message-Systemen zur Anwendung; sie bietet keine grundsätzlichen technischen Probleme.

Weitaus schwieriger ist die Spracherkennung, bei der nach (oder während) der Sprachaufnahme die Umsetzung in Text und die Interpretation erfolgt. Die damit verbundenen Probleme sind noch weit von einer generellen Lösung entfernt. Einzelne Wörter aus einem nicht zu großen Vokabular werden mit hoher Wahrscheinlichkeit erkannt, wobei die Wahrscheinlichkeit zunimmt, wenn die Wörter des Vokabulars phonetisch deutlich abgegrenzt sind und der Sprecher akzentuiert spricht.

Das Erkennen ganzer Sätze liegt noch in weiter Ferne, insbesondere wenn ohne syntaktische Vorgaben gesprochen wird.

Neben der Spracherkennung ist auch die Sprechererkennung Gegenstand der Forschung. Für die Spracherkennung wie für die Sprechererkennung gilt, daß unter Laborbedingungen schon recht gute Erfolge erzielt wurden, die aber nicht ohne weiteres auf die Praxis übertragen werden können, weil die Erfolgsquote u.U. drastisch absinkt, wenn Umgebungsgeräusche vorhanden sind, der Sprecher wechselt oder erregt oder gar erkältet ist.

Der zur Sprachaufnahme komplementäre Vorgang ist die Sprachausgabe. Hierbei geht es darum, eine in Textform vorliegende Mitteilung in Sprache umzusetzen und auszugeben. Sprachausgabe (eines beliebigen Textes) ist einfacher als die allgemeine Spracherkennung und befindet sich bereits in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium. Die auszugebende Sprache wird aus abgespeicherten Lauten und Lautübergängen synthetisiert. So erzeugte Sprache klingt unnatürlich, was aber in vielen Anwendungsbereichen kein Nachteil ist, solange die Verständlichkeit gut und die Dauer der Sprachausgabe kurz ist.

**Einsatzbereich:** Da Sprache die natürlichste menschliche Verständigungsmöglichkeit und in vielen Fällen auch problemangemessen ist, wird bei der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle die Sprachein-/ausgabe eine bedeutende Rolle spielen. Bereits beim derzeitigen Entwicklungsstand können die bescheidenen Möglichkeiten durchaus nutzbringend angewendet werden, da beim Mensch-Maschine Dialog zu jedem Zeitpunkt nur eine begrenzte Anzahl alternativer Eingaben möglich ist, so daß jeweils nur aus einem kleinen (jedoch von Schritt zu Schritt wechselnden) Vokabular Wörter zu erkennen sind.

Für die Sprachausgabe gibt es ein weites Anwendungsspektrum. Wenn Sprach-eingabe und Spracherkennung im Rahmen des Mensch-Maschine-Dialoges ein geeignetes Hilfsmittel zur Übermittlung von Instruktionen und Informationen an den Rechner ist, dann ist in gleicher Weise Sprachausgabe ein Hilfsmittel zur Benutzerführung bzw. allgemein zur Übermittlung von Informationen vom Rechner an den Benutzer. Auch in anderem Kontext kann Sprachausgabe sinnvoll sein; etwa in Bereichen, in denen eine visuelle Ablenkung nicht wünschenswert ist (z.B. bei Hinweisen und Warnungen im Auto). Eine wichtige Rolle spielen "sprechende Computer" derzeit in der Konsumelektronik, etwa bei elektronischen Wörterbüchern oder Uhren mit Zeitansage.

Zum Schluß sollte noch auf die Bedeutung einer allgemeinen Text-/Sprachumsetzung für die Blinden hingewiesen werden, insbesondere im Zusammenhang mit den neuen Kommunikationsdiensten wie Electronic Mail oder Bildschirmtext, bei denen Texte in elektronisch lesbarer und damit leicht umsetzbarer Form vorliegen. Die Bedeutung der Text-/Sprachumsetzung wird noch dadurch erhöht, daß ganz allgemein die Entwicklung dahin geht, daß zu veröffentlichende Texte elektronisch abge-

speichert werden und deshalb für eine automatische Sprachumsetzung verfügbar gemacht werden können.

Nutzanwendungen der Sprechererkennung liegen vor allem im Bereich der Sicherheit. Eine zuverlässige Sprechererkennung könnte zum Aufbau eines sehr sicheren Zugangsmechanismus benutzt werden.

**Zukunftsperspektiven:** Im Bereich der Sprachausgabe muß die Sprachqualität weiter verbessert, im Bereich der Spracheingabe das Vokabular vergrößert werden. Wenn es nicht nur um das Erkennen einzelner Wörter geht, sondern allgemein Sprache in Text umgesetzt (und interpretiert) werden soll, ist noch weit größerer Aufwand erforderlich, da eine zuverlässige Umsetzung und Interpretation nur kontextspezifisch erfolgen kann (es muß also eine Wissensbasis vorhanden sein und dynamisch ergänzt werden, die dabei herangezogen werden kann).

Wenn Sprachein-/ausgabe als Hilfsmittel beim unmittelbaren Mensch-Rechner-Dialog eingesetzt werden soll, müssen die erforderlichen Umsetzungsvorgänge in Realzeit durchgeführt werden. Dazu ist eine beachtliche Rechenleistung erforderlich, die mit der Vergrößerung des Vokabulars stark anwächst. Neben noch vorhandenen technischen Problemen liegen hier derzeit noch Grenzen für einen breiten Einsatz insbesondere der Spracheingabe.

## 2.2.5 BILDVERARBEITUNG (MUSTERERKENNUNG)

**Beschreibung:** Bei der Bildverarbeitung geht es um das Erkennen von Bildinformationen (Mustern), wobei die Bildinformation über optische Lesegeräte oder Fernsehkameras aufgenommen wird. Diese Aufgabenstellung ist zu unterscheiden vom Verarbeiten von Daten, die graphische Information repräsentieren (Computergraphik).

**Situation:** Die Situation ist ähnlich wie bei der Spracherkennung: in wesentlichen Teilen befindet sich die Bildererkennung noch im Forschungsstadium. In (einfachen) Teilbereichen gibt es Erfolge und auch bereits kommerziell einsetzbare Produkte. Dazu zählen etwa die Benutzung von Strichcodes im Handel, Belegleser und Druckschriftleser, die inzwischen oft schon mehrere Schriftarten mit hoher Erkennungsrate lesen können, insbesondere wenn OCR-Schriften (OCR=Optical Character Recognition) verwendet werden. Ähnlich wie im Sprachbereich ist die Aufgabe dabei, ein (aufgenommenes) Muster in einer begrenzten Anzahl von Mustern (dem Zeichenvorrat) wiederzuerkennen. Proportionalschrift (und damit gedruckte Texte) können von diesen Geräten nicht gelesen werden, weil die Abgrenzung von Buchstaben und Wörtern sehr viel schwieriger ist. Noch schwieriger ist das Lesen von handschriftlichen Texten. Hierbei ist der Ansatz des buchstabenweisen Erkennens nicht mehr ausreichend, sondern es muß auch ein Vokabular bereitgestellt werden, mit dem die Leseergebnisse verglichen werden; noch größer wird die Erkennungssicherheit, wenn auch noch die Wörter auf ihren Sinnzusammenhang im Satz hin überprüft werden. Dies ist ein erheblicher Aufwand und führt deshalb zu geringer Lesegeschwindigkeit oder unverhältnismäßig hohen Anforderungen an die verfügbare Rechenleistung. Diese weitergehenden Methoden sind noch nicht generell praxisreif.

Zusammenfassend: Gelöst (und auch schon praktisch genutzt) ist das Problem des Erkennens von vorgegebenen Mustern aus einer nicht zu großen

Vielfalt, wobei dies nicht nur für Lesegeräte ( d.h. für das Erkennen von Text) gilt, sondern auch für andere Muster.

**Einsatzgebiet:** Die Einsatzmöglichkeiten sind außerordentlich vielseitig, und dies auch heute schon bei dem begrenzten Entwicklungsstand dieses Forschungsgebietes. Ein sehr großes Anwendungsgebiet ist die bereits erwähnte Verwendung von Strichcodes im Handel; darüberhinaus bietet eine Vielfalt von unterschiedlichen Lesegeräten eine Fülle weiterer Anwendungsmöglichkeiten (z.B. Adreßlesegeräte bei der Post). Sehr anspruchsvolle Anwendungen sind aus dem militärischen Bereich bekannt, etwa die automatische Zielerkennung. Ein weites Feld ist auch die optische Produktions- und Qualitätskontrolle (ein Teilaspekt davon ist die berührungslose Längenmessung dynamisch veränderlicher Größen).

**Zukunftsperspektiven:** Die sehr zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten auch im kommerziellen Bereich werden eine stetige Weiterentwicklung der Techniken fördern. Dabei wird der technologische Fortschritt dafür sorgen, daß auch komplexe und im Sinne des Ressourcenbedarfs aufwendige Verfahren und Methoden in kommerziell konkurrenzfähige Produkte umgesetzt werden können. Da jedoch nicht nur die Umsetzung vorhandener Entwicklungsergebnisse in erschwingliche Produkte ein Problem darstellt, sondern auch die noch zu leistende Entwicklungsarbeit, wird die Entwicklung nicht stürmisch verlaufen.

## 2.3 RECHNER-RECHNER-KOMMUNIKATION

Rechner kommunizieren in vielfältiger Weise und zu sehr unterschiedlichen Zwecken miteinander. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß im Rahmen der Mensch-Mensch- bzw. Mensch-Rechner-Kommunikation häufig eine in diesem Falle vom Menschen initiierte Rechner-Rechner-Kommunikation erfolgt. Im folgenden geht es nicht um diese implizit durch den Menschen initiierte Rechner-Rechner-Kommunikation.

Abhängig vom Inhalt der auszutauschenden Informationen und dem Zweck des Informationsaustausches können die Anforderungen an die Dienste und die sie erbringenden Strukturen und Protokolle sehr unterschiedlich sein. Die bei der Rechner-Rechner-Kommunikation wichtigsten Applikationen (im Sinne des OSI-Referenzmodells) sind File Transfer (FT) und Remote Job Entry (RJE).

Behindert oder auch unmöglich wird Rechner-Rechner-Kommunikation durch Inkompatibilitäten zwischen den Rechnersystemen. Es ist das Bemühen der Standardisierungsgremien, durch Standardisierung von Kommunikationsdiensten, Kommunikation zwischen ansonsten inkompatiblen Rechnersystemen zu ermöglichen. Für die unteren Ebenen existieren bereits Standards bzw. Entwürfe dazu (vgl. Kap. 1.3 Stand der Normierungsarbeiten), für die hier benötigten Dienste jedoch noch nicht.

Keine Rolle spielen Inkompatibilitäten bei den sogenannten Herstellernetzen, so daß hier innerhalb der Funktionalität der Netze (d.h. im Rahmen der vom Hersteller vorgesehenen Fähigkeiten) die Kommunikation unproblematisch ist.

Bei der folgenden Beschreibung der Anwendungen der Rechner-Rechner-Kommunikation ist zu beachten, daß die vorgenannten Kommunikationshindernisse existieren können, auch wenn im Einzelfall nicht explizit darauf hingewiesen wird.

### 2.3.1 FUNKTIONSVERBUND

**Beschreibung:** Unter einem Funktionsverbund versteht man eine Verbindung von Rechnersystemen zum Zwecke der funktionalen Ergänzung. Dabei werden den Benutzern Leistungen über das lokale Rechnersystem verfügbar gemacht, die das lokale System selbst nicht erbringt. Die Leistungen können auf der Verfügbarmachung von Hardware (Prozessorleistung, spez. Prozessoren wie Array-Prozessoren, Peripheriegeräte wie Mikrofilmplotter, Laserdrucker,...) oder Software (spezielle Pakete) basieren.

**Situation:** Selbst sehr große Rechenzentren müssen mit endlichen Ressourcen auskommen und können deshalb nicht alle erdenklichen Dienstleistungen erbringen. Dies gilt in verstärktem Maße für kleinere Installationen, insbesondere wenn dies nicht nur unter dem Aspekt technischer Beschränkungen, sondern auch unter dem Aspekt ökonomischer Vernunft betrachtet wird. Ein Funktionsverbund gestattet ein vergrößertes Dienstleistungsangebot ohne signifikante Ausweitung des technischen oder/und finanziellen Aufwandes; ein Funktionsverbund ist deshalb - insbesondere für die in einer Installation seltener in Anspruch genommenen Dienstleistungen - sehr wünschenswert und wird in meist bescheidenem Umfang auch häufig praktiziert. Abgesehen von einigen "geschlossenen" Systemen mit (zentralen) Servern (Print Server, Disk Server etc.) muß bislang der Benutzer selbst wissen, wo der gewünschte Service verfügbar ist und explizit eine Verbindung anfordern. Wünschenswert ist, daß ein Benutzer lediglich eine bestimmte Dienstleistung anfordert und das lokale System - falls diese Dienstleistung lokal nicht erbracht werden kann - die Anforderung automatisch an das oder ein System weiterleitet, das dazu imstande ist.

Ein Funktionsverbund (mit i.a. nicht automatischer Aufgabenverteilung) besteht heute bereits auf kleinem Raum in vielen Rechenzentren: Größere Rechenzentren bestehen heute durchweg aus mehreren im Verbund arbeitenden Rechnern, die im Rahmen des Gesamtsystems unterschiedliche Funktionen wahrnehmen.

Bei einem Funktionsverbund über größere Entfernungen können Kommunikationsprobleme und -kosten den Wert eines solchen Verbundes in Frage stellen.

Auch ohne umfassendes Konzept wird in vielen Fällen auf der Basis zweiseitiger Absprachen ein Funktionsverbund betrieben.

**Einsatzgebiet:** Ein Funktionsverbund ist in weiten Bereichen der Datenverarbeitung nützlich. Der gesamte Komplex des 'Distributed Processing', bei dem ein Aufgabenkomplex zum Nutzen des Ganzen lokal und funktional verteilt wird auf mehrere evtl. in einer hierarchischen Struktur verbundene DV-Anlagen, beruht darauf. Auch das Konzept, (DV-) Dienstleistungen durch sogenannte Server erbringen zu lassen, beruht auf der Realisierung eines Funktionsverbundes.

Ebenso wie eine auf einer bestimmten Hardware basierende Dienstleistung Kosten verursacht, die nicht in jedem Falle gerechtfertigt sind, gilt dies auch für auf Software basierende Leistungen. Damit sind nicht nur Miet- oder Kaufpreis von Software-Paketen angesprochen, sondern auch die zusätzlichen Leistungen wie Evaluation, Implementation, Wartung, Benutzerbetreuung. Dies bewirkt, daß in jeder Installation nur die für ihr Umfeld wichtigsten Software-Pakete bereitgestellt werden können; seltener benötigte Software-Dienstleistungen können durch einen Funktionsverbund dennoch verfügbar gemacht werden.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß auch der Aufbau einer Kommunikationsverbindung im funktionalen Verbund von Quell-, Ziel- und einer variablen Anzahl von Zwischenknoten realisiert wird.

**Zukunftsperspektiven:** Um in Zukunft einen Funktionsverbund ohne einengende Randbedingungen (d.h. ausschließlich nach Opportunitätsgesichtspunkten) realisieren zu können, sind Standardisierungen notwendig, und zwar sowohl bezüglich der Kommunikationsvoraussetzungen als auch bezüglich der Mechanismen, über die Dienstleistungen von fremden Systemen angefordert werden können (hierzu gehören auch Organisations- und Abrechnungsfragen), als auch in manchen Fällen bezüglich der Dienstleistung selbst.

Ein zweiter verbesserungswürdiger Punkt betrifft die Benutzbarkeit nicht lokal verfügbarer Dienste durch die Benutzer. Es sollte nicht dem Benutzer überlassen bleiben, herauszufinden, wo welche Dienstleistungen unter welchen Konditionen angeboten werden. Diese Informationen sollten in jedem der am Verbund teilnehmenden Systeme vorhanden oder als Netzdienst verfügbar und durch teilnehmende Systeme abrufbar sein.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die in den kommenden Jahren zu erwartende Vernetzung von Datenverarbeitungsanlagen auch für eine funktionale Ergänzung des lokalen Dienstleistungsangebotes genutzt werden wird.

### 2.3.2 VERFÜGBARKEITSVERBUND (BACKUP)

**Beschreibung:** Hierunter versteht man einen Verbund von Datenverarbeitungssystemen mit dem Zweck, die negativen Auswirkungen von Komponentenausfällen zu begrenzen. Dabei können zwei Strategien verfolgt werden: Eine Anpassung auf funktionaler Basis, d.h. weniger wichtige Funktionen werden eingestellt damit die wichtigen mit möglichst geringen Leistungseinbußen fortgeführt werden können, oder das gesamte Funktionsspektrum wird - allerdings mit verminderter Leistungsfähigkeit - weiter angeboten; welche der beiden Alternativen möglich und sinnvoll ist, ist situationsabhängig.

**Situation:** In vielen Unternehmen ist die Zugreifbarkeit der (elektronisch gespeicherten) Datenbestände und die Verfügbarkeit von Datenverarbeitungsleistung von essentieller Bedeutung; dementsprechend haben Fragen der Ausfallsicherheit und des Backup einen hohen Stellenwert.

Stand der Technik sind Anlagenkonzepte mit Redundanz in allen wichtigen Komponenten und Datenpfaden; die bei größeren Installationen übliche Aufteilung des Aufgabenspektrums auf mehrere DV-Anlagen erfolgt auch unter Backup-Gesichtspunkten. Mit diesem Konzept ist ein ausreichender Schutz gegen technisch bedingte Ausfälle zu erzielen.

Bei größeren Sicherheitsanforderungen ist dies jedoch nicht ausreichend; es ist dann auch Vorsorge gegen äußere Einwirkungen zu treffen. Schutz gegen äußere Einwirkungen macht i.a. aber eine räumliche Trennung des Backup-Systems erforderlich. Beim Schutz gegen Feuer wird eine relativ geringe räumliche Entfernung für ausreichend gehalten (d.h. etwa ein anderes Gebäude auf dem gleichen Gelände). Schutz gegen einen Ausfall der öffentlichen Versorgungseinrichtungen, gegen Katastrophen und Unwetter und gegen Terrorismus und Revolution erfordern eine möglichst große räumliche Entfernung, evtl. sogar die Verlegung in ein anderes Land. Hierbei treten jedoch Probleme auf, die nicht leicht zu beherrschen sind und die

unter Sicherheitsgesichtspunkten als zusätzliche Risikofaktoren eingestuft werden müssen. Das sind zum einen - falls Landesgrenzen überschritten werden - rechtliche Probleme; zum anderen die in jedem Falle auftretenden Kommunikationsprobleme, die möglicherweise nicht zufriedenstellend lösbar sind, da bei den zur Debatte stehenden Entfernungen auf die Leistungen öffentlicher Träger zurückgegriffen werden muß, und die darüberhinaus erhebliche Kosten verursachen können.

Hier sind in dem Spannungsfeld zwischen zusätzlichen Risiken und operationalen Erschwernissen auf der einen Seite und einem erhöhten Sicherheitsbedürfnis auf der anderen Seite im Einzelfall angemessene und realisierbare Lösungen zu suchen.

Auch 'Distributed Processing' kann unter Sicherheitsaspekten (neben anderen) betrachtet werden.

**Einsatzgebiet:** Überall, wo die Datenverarbeitung eine wichtige Rolle im täglichen Ablauf spielt (und das ist mit zunehmender Tendenz in vielen Bereichen der Fall), müssen Überlegungen zur Sicherung der DV-Dienstleistungen und des elektronisch gespeicherten Datenbestandes angestellt werden. Ein Verfügbarkeitsverbund ist ein geeignetes Mittel zur Verminderung der Risiken und wird auch heute bereits in vielfältiger Weise (hausintern, firmenintern oder durch Absprachen mit Dritten) genutzt.

Bei sehr hohen Sicherheitsanforderungen bedarf es einer aufwendigen Backup-Strategie, die nicht unproblematisch und in jedem Falle kostspielig ist. Da die Datenverarbeitung jedoch zunehmend auch in sensiblen Bereichen eingesetzt wird, d.h. in diesem Zusammenhang in Bereichen, bei denen ein Ausfall zu hohen Folgekosten führen würde (etwa Produktionsstillstand), ist auch ein hoher Aufwand bei der Sicherstellung dieser Leistungen gerechtfertigt.

**Zukunftsperspektiven:** Da die Datenverarbeitung weiter an Bedeutung gewinnen wird, wird auch der Verfügbarkeitsverbund als ein Mittel zur Erhöhung der Sicherheit eher wichtiger werden. Die zu erwartenden qualitativen und quantitativen Verbesserungen im Kommunikationsbereich werden die technischen Probleme beim Kommunikationsvorgang über größere Entfernungen entschärfen.

### 2.3.3 LASTVERBUND

**Beschreibung:** Unter einem Lastverbund versteht man einen Zusammenschluß von DV-Anlagen zum Zwecke der Lastnivellierung. Hierfür kommen zwei unterschiedliche Vorgehensweisen in Frage, nämlich

- statisch und
- dynamisch.

Beim statischen Lastverbund werden systematisch vorhandene freie Kapazitäten durch andere (i.a. permanent überlastete Systeme) genutzt; dies geschieht in der Regel über zweiseitige Verträge.

Beim dynamischen Lastverbund werden Aufgaben einem der am Verbund teilnehmenden Systeme automatisch aufgrund der augenblicklichen Lastsituation zugeteilt. Eine Spielart davon, die im folgenden nicht weiter betrachtet werden soll, sind Mehrprozessorsysteme.

**Situation:** Der statische Lastverbund kommt häufig zur Anwendung und wird oft schon bei der Beschaffung eines Systems berücksichtigt (sehr verbreitet z.B. unter den Hochschulen eines Bundeslandes). Insgesamt ist die vertragliche Überlassung von Überschußkapazität an einen oder mehrere Vertragspartner verbreitet und sinnvoll.

Ungeachtet der intellektuellen Attraktivität eines dynamischen Lastausgleichs zwischen einer Anzahl von Systemen sprechen in der Praxis eine Reihe von Argumenten dagegen. Diese sind:

- Kommunikationsprobleme (Leistung, Kosten)
- Wert eingeschränkt, da die Systematik im täglichen Belastungsverlauf vielerorts gleich ist; solche Unterschiede treten bei großen geographischen Entfernungen aufgrund der Zeitverschiebung auf und können ausgenutzt werden, falls die mit der Entfernung ebenfalls wachsenden Kommunikationsprobleme zufriedenstellend gelöst werden können.
- Inkompatibilitäten (evtl. bereits auf Quellprogramm-Ebene)
- Erarbeitung eines verbindlichen Preisgefüges
- Abrechnungsprobleme
- Rechtliche Probleme (Verantwortung?)
- Auslegungsfragen (Strategie des Rechnereinsatzes, Tuning).

**Einsatzgebiet:** Die angemessene Auslastung eines Systems ist im Grunde genommen nur ein Punkt auf dem Weg eines Systems von der Überkapazität in die Überlastung. Somit scheint fast immer ein Lastverbund zum Ausgleich von Über- bzw. Unterkapazitäten sinnvoll zu sein. Solange der Ausgleich durch statischen Lastverbund möglich ist, sind die Probleme beherrschbar. Die Adaption an das Zielsystem obliegt dem Benutzer, was in Anbetracht der Langfristigkeit der Abmachung zumutbar erscheint; außerdem bietet eine langfristige Abmachung auch die Möglichkeit, eine entsprechende Unterstützung durch das lokale System vorzunehmen.

Beim dynamischen Lastverbund rechtfertigt der mögliche Nutzen den zur Überwindung der zahlreichen Schwierigkeiten erforderlichen Aufwand nur selten.

**Zukunftsperspektiven:** Die technologische Entwicklung führt dazu, daß DV-Leistung permanent billiger wird, insbesondere fallen die Preise hierfür schneller als für Kommunikationsleistungen. Somit wird die Schere zwischen Aufwand und erzielbarem Nutzen immer enger und der Zweifel am Sinn zumindest des dynamischen Lastverbunds größer. Dies gilt in jedem Fall bis zum mittleren Leistungsbereich. Im Höchstleistungsbereich ist - vorausgesetzt, die Kommunikations- und Inkompatibilitätsprobleme können zufriedenstellend gelöst werden - eine halbstatistische Lösung in Form einer Art Börse denkbar, wo Installationen Rechenzeitkontingente anbieten und andere solche nachfragen können.

## 2.3.4 INFORMATIONSVERBUND

**Beschreibung:** Ziel eines Informationsverbundes ist die breite Verfügbarkeit von Informationen, ohne diese notwendigerweise an allen Orten vorzuhalten, wo sie benötigt werden.

**Situation:** Stand der Technik sind zentrale File Management- oder Datenbanksysteme. Die Informationen werden an einer Stelle bereitgestellt und andere Systeme/Benutzer haben über geeignete Kommunikationspfade Zugriff dazu. Neben unbestreitbaren Vorteilen wie Überschaubarkeit, einfaches Update, keine Inkonsistenzprobleme hat dieses Konzept absehbare Leistungsgrenzen. Diese bestehen einmal darin, daß die speicherbare Informationsmenge nicht beliebig gesteigert werden kann, zum anderen aber auch darin, daß mit Vergrößerung der Informationsmenge und der Klientel die Zahl der Transaktionen steigt und an irgendeinem Punkt nicht mehr beherrschbar ist; überdies können dabei die erforderlichen Kommunikationsleistungen (und deren Kosten) unverhältnismäßig ansteigen.

Ein Lösungsansatz zur Reduktion der Kommunikationskosten und der Transaktionsrate - allerdings auf Kosten zusätzlichen Speicherplatzbedarfs - bietet eine hierarchische Anordnung, bei der Teile des zentralen Archivs bedarfsabhängig in geeignet verteilten Unterzentren vorgehalten werden. Da dies im Grunde genommen ein zentrales Konzept ist, ist der eigentliche Update-Vorgang sehr einfach, die Änderungen müssen jedoch an die Satellitenbestände weitergegeben werden, wobei temporär Inkonsistenzen auftreten können. Dieses Verfahren findet beim Bildschirmtextsystem der Deutschen Bundespost Verwendung.

Die flexibelste Lösung bieten verteilte File Management- bzw Datenbanksysteme, bei denen der Informationsbestand auf mehrere Standorte verteilt ist. Dabei sind die Bestände nicht notwendig disjunkt, d.h., es besteht die Möglichkeit, zwischen Speicherplatzbedarf auf der einen Seite und Kommunikationskosten und Transaktionsrate auf der anderen Seite zu optimieren.

Die Flexibilität dieses Konzeptes birgt aber auch erhebliche Probleme, für die teilweise noch keine befriedigenden Lösungen existieren. Schwierig sind eine sinnvolle Verteilung des Datenbestandes, der Update-Vorgang und das Lokalisieren von Informationen. Hieraus ergeben sich beachtliche Anforderungen an die Leistungsfähigkeit und die Kommunikationsfähigkeit (im Sinne der Funktionalität der verfügbaren Protokolle) des Verbundnetzes.

Verteilte Datenbanksysteme befinden sich aufgrund der geschilderten Problematik noch im Entwicklungsstadium.

**Einsatzbereich:** Einsatzbereich ist das gesamte Gebiet der Informationsverarbeitung; dazu gehören Auskunftssysteme, die direkt vom Endbenutzer angesprochen werden, ebenso wie der Zugriff auf Datenbestände durch Programme.

**Zukunftsperspektiven:** Die geradezu explosionsartige Vermehrung des Wissens und ganz allgemein der Informationsbestände, verbunden mit der Erkenntnis, daß diese nur durch Abspeicherung und Aufbereitung in DV-Anlagen beherrschbar sind, macht die Entwicklung von verteilten Datenbanken zu einer Notwendigkeit, wobei die Verteilung neben den bereits genannten Gründen auch unter Sicherheitsaspekten für erstrebenswert gehalten wird. Zur Verwirklichung dieses Konzeptes sind jedoch nicht nur die datenbankspezifischen Probleme zu lösen, sondern auch die kommunikativen Voraussetzungen zu schaffen.





## **3.0 PERSPEKTIVEN FÜR DIE KFA**

### **3.1 ISTZUSTAND**

#### **3.1.1 FERNMELDEDIENSTE**

##### **3.1.1.1 Fernsprechdienst**

Die KFA hat (neben mehreren kleineren Nebenstellenanlagen) seit 1979 eine große prozeßrechnergesteuerte Nebenstellenanlage in Betrieb, an die 100 Amtsleitungen (45 kommend, 55 gehend) und 3700 Nebenstellenapparate angeschlossen sind. Die Betriebsdaten zeigen, daß diese Anlage gut dimensioniert ist und auf absehbare Zeit den Anforderungen genügen wird. Beim Leitungsnetz gibt es inzwischen Engpässe, die aber in erster Linie durch die steigende Inanspruchnahme des Kabelnetzes für Datenübertragungsaufgaben (Terminalnetz) verursacht werden.

##### **3.1.1.2 Fernschreibdienst**

Die Telex-Anlage umfaßt drei Amtsleitungen und acht Nebenstellen.

##### **3.1.1.3 Fernkopieren**

Die KFA besitzt einen Telefax-Anschluß (Gr.2), ein Gr.3-Gerät wird beschafft.

##### **3.1.1.4 Bürofernschreiben**

In der KFA gibt es einen Teletex-Anschluß. Eine größere Anlage zur weitgehenden Ablösung der Telex-Anlage befindet sich in Planung.

##### **3.1.1.5 Bildschirmtext**

In der KFA sind bislang drei Bildschirmtext-Anschlüsse eingerichtet.

### 3.1.2 DAS GROßRECHNER-TERMINALSYSTEM

In der KFA werden anschlusmäßig drei verschiedene Terminaltypen an den zentralen Großrechenanlagen eingesetzt:

- asynchrone Terminals
- synchrone Terminals
- lokale IBM 3270 Bildschirmgeräte (Anschluß über Koaxkabel).

Die asynchronen Terminals werden über ein zentrales Dataswitch-System <sup>11</sup> im ZAM an das Großrechnersystem angeschlossen. Das Dataswitch-System ist ein funktionales Analogon zu einer digitalen Nebenstellenanlage, wobei sich die Vermittlungsfunktion jedoch auf Daten und nicht auf Sprache bezieht.

Das Dataswitch-System ist in der Lage, Terminals an das gewünschte Rechnersystem durchzuschalten, wobei es genügt, das Zielsystem zu bezeichnen; es wird dann eine Verbindung zu einer freien Terminalanschlußposition (einem Port) dieses Systems hergestellt. Das System hat eine multiplexende Charakteristik, d.h. die jeweils aktive Teilmenge der insgesamt angeschlossenen Terminals wird auf die vorhandenen Rechner-Ports verteilt.

Das installierte Dataswitch-System ist auf 2048 Anschlüsse ausbaubar. Derzeit ist das System mit ca. 450 asynchronen Anschlüssen ausgerüstet, von denen 270 für Terminalanschlüsse verwendet werden. Der Anschluß der Terminals erfolgt sternförmig über Vierdrahtleitungen mit maximal 19.200 Baud; derzeit erfolgen Anschlüsse aufgrund von Beschränkungen in den Steuereinheiten mit maximal 9.600 Baud.

Über den Dataswitch ist auch der Zugriff auf die öffentlichen Netze bzw. Dienste der DBP (Fernsprechnet, HfD, Datex-P) realisiert.

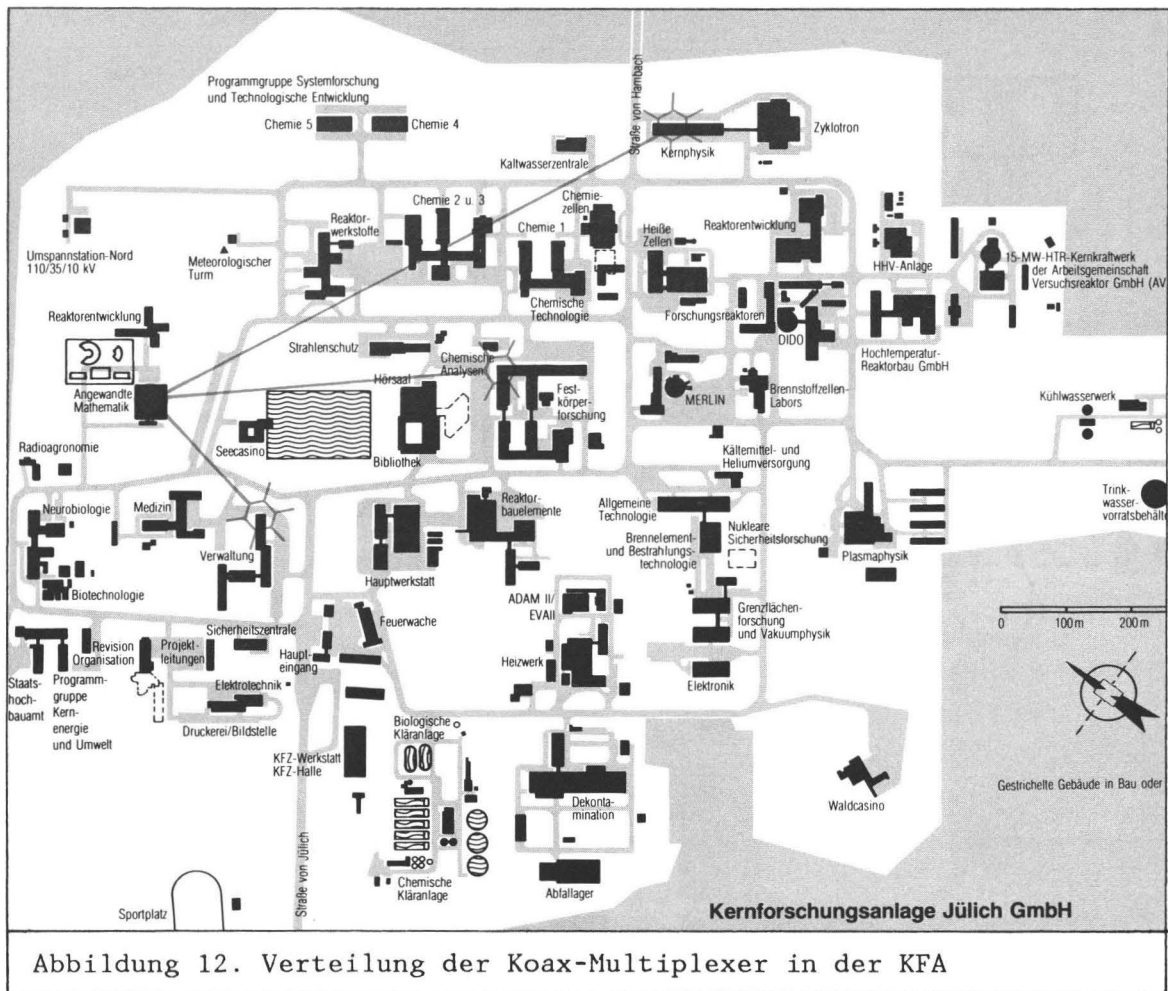
Grundsätzlich kann das Dataswitch-System auch synchron arbeitende Leitungen vermitteln. Die fünf in der KFA vorhandenen synchronen IBM 3276 Terminals (gleichzeitig Cluster Controller für weitere sieben lokale 3278 Bildschirmgeräte) sind derzeit jedoch über Modems direkt an IBM 3705 Communications Controller angeschlossen.

Neben den vorgenannten Terminals sind noch ca. 120 lokale IBM 3278/79 Terminals an die Großrechner angeschlossen, deren Anschluß sternförmig über Koaxialkabel (93  $\Omega$ ) erfolgt. Zur Überwindung von Leitungsempässen werden zwischen dem Zentralinstitut für Angewandte Mathematik und den Instituten für Festkörperforschung und Kernphysik sowie der Verwaltung Koax-Multiplexer eingesetzt (vgl. Abbildung 12 auf Seite 65).

ZAM-intern ist ein Koax-Patch-System im Einsatz, das derzeit 32 (das System ist bereits für 48 Anschlüsse ausgerüstet und darüberhinaus weiter ausbaufähig) lokalen Bildschirmgeräten über Telefonwahl Zugriff auf zwei verschiedene IBM-Rechenanlagen ermöglicht. Zum Schluß soll noch darauf hingewiesen werden, daß in den über zwanzig Organisationseinheiten der KFA über 200 kleinere Rechner (überwiegend PDP11-, aber auch VAX-Systeme und in geringerer Stückzahl auch Rechner anderer Firmen) und zunehmend

---

<sup>11</sup> Ein Produkt der Develcon Electronics Corp., Kanada



auch Arbeitsplatzrechner (PCs) zum Einsatz kommen, an die lokal weitere ca. 300 Terminals angeschlossen sind.

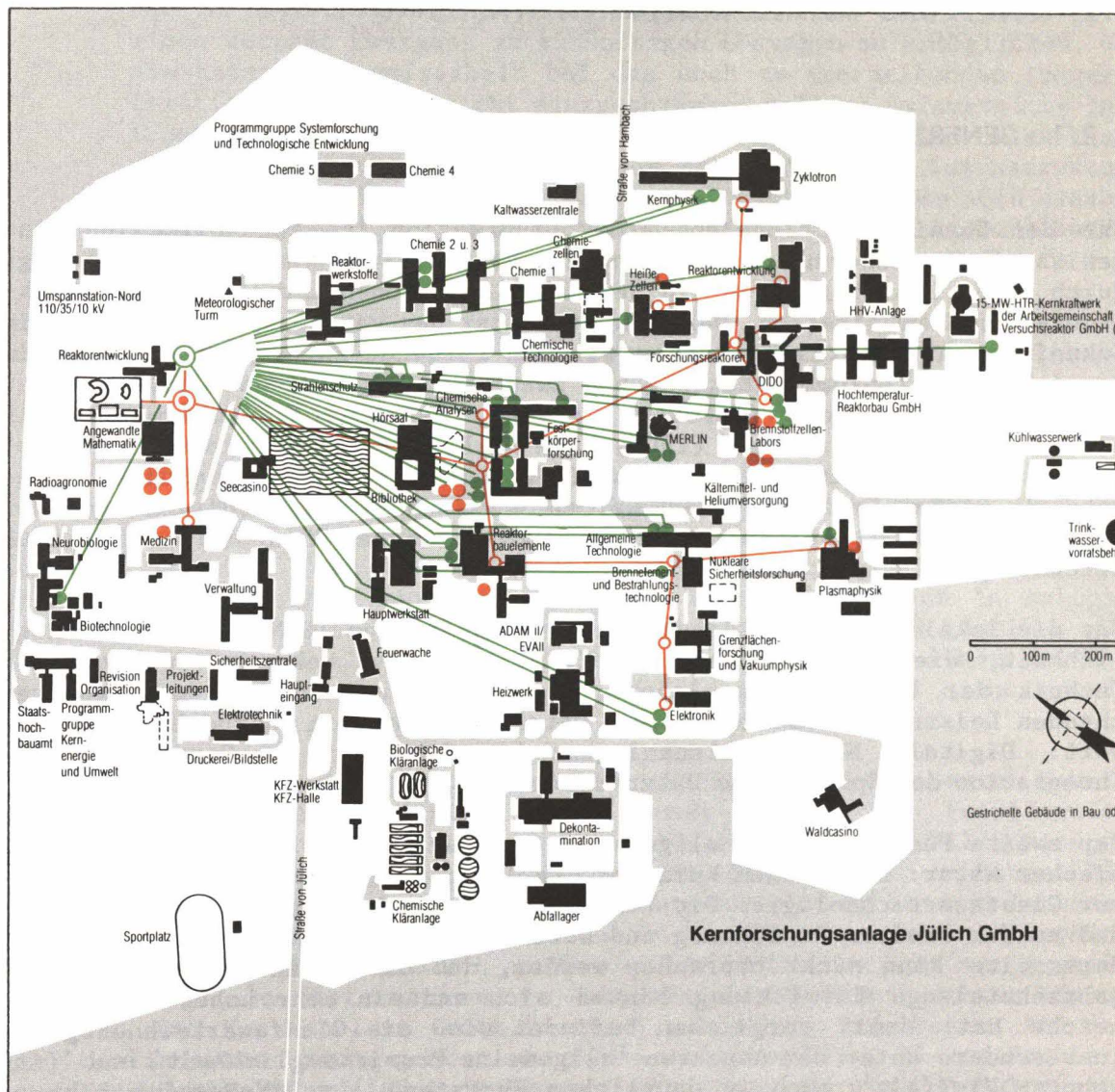
### 3.1.3 DAS RECHNERKOPPLUNGSSYSTEM JOKER

Rechnerkopplungen zwischen kleineren Rechnern in der KFA (z.B. Experimentrechner) und den zentralen Großrechnern können über das seit 1972 im Einsatz befindliche JOKER-System erfolgen.

Das JOKER-System besteht aus zwei sich bezüglich der Anschlußbedingungen unterschiedlich darstellenden Komponenten. Das Basissystem ist das "schnelle" Netz, das mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 180 kBytes/sec arbeitet und Baumstruktur besitzt; an der Wurzel des Verzweigungsbaumes ist ein Frontend-Prozessor (PDP11) installiert, der mit der IBM 3033 des Timesharringsystems TSS verbunden ist.

Daneben existiert das "langsame" Teilsystem, das anschußseitig V.24-Schnittstellen (derzeit mit 9,6 kBaud) zur Verfügung stellt; die Leitungsführung erfolgt sternförmig zum Frontend-Prozessor des langsamen Systems (ebenfalls PDP11), der seinerseits an den Frontendprozessor des schnellen Systems gekoppelt ist (vgl. Abbildung 13 auf Seite 66).





**Langsames JOKER - Netz**

**Schnelles JOKER - Netz**

Abbildung 14. Das JOKER-System der KFA

## 3.2 KURZ- UND MITTELFRISTIGE ENTWICKLUNG

### 3.2.1 GENERELLE ASPEKTE

Für den Bereich der lokalen Datenkommunikation ist augenblicklich eine gewisse Verunsicherung kennzeichnend. Diese ist im wesentlichen bedingt durch zwei 'Unstetigkeiten' in der ohnedies raschen Entwicklung der Elektronischen Kommunikation. Der eine Punkt ist das gerade einsetzende und in Zukunft noch wesentlich stärker wirksam werdende Engagement der Post im Bereich der Datenkommunikation, und zwar sowohl mit Dienstleistungen auf der Applikationsebene (Teletex, Telefax, Telebox, Bildschirmtext) als auch auf der Netzwerkebene (ISDN). Die Marktposition der Post wird - zusammen mit wichtigen Anwendern aus Industrie und Handel, die diese Angebote in großem Umfange Nutzen werden - zu einem Standardisierungsdruck führen, dem sich auf Dauer niemand wird entziehen können (und der auch durchaus positive Aspekte hat).

Was die lokale Kommunikation angeht, so bietet das ISDN-Konzept die Möglichkeit, die im Fernsprechbereich seit langem bekannte und bewährte Technik der Nebenstellenanlagen in großem Umfang und mit sehr ansprechenden Leistungsmerkmalen auf die Datenkommunikation auszudehnen (Stichwort: Digitale Nebenstellenanlagen der 3. oder 4. Generation zur Integration des Sprach- und Datenverkehrs).

Der zweite Punkt, der zur allgemeinen Verunsicherung beiträgt, ist technischer Natur: Wir stehen kurz vor dem Übergang von der Kupfertechnologie zur Glasfasertechnologie. Die Vorteile der Glasfaser sind so gravierend, daß an der breiten Einführung und Durchsetzung kein Zweifel besteht. Andererseits kann nicht übersehen werden, daß die Kupfertechnologie eine jahrzehntelange Entwicklung hinter sich und ein sehr hohes Niveau erreicht hat; damit verglichen befindet sich die Glasfasertechnologie - insbesondere unter den Aspekten 'allgemeine Praxistauglichkeit' und '(Angebots-)Vielfalt' noch in deutlichem Rückstand. Im LAN-Bereich gibt es bisher kaum Angebote für allgemein einsetzbare, flexible Netze auf der Basis von Glasfaserkabeln.

Da Verkabelungsmaßnahmen Infrastrukturmaßnahmen sind, deren Lebensdauer deutlich höher sein sollte als die von elektronischen Geräten, muß man sich mit diesem Problem auseinandersetzen, falls Neuverkabelungen anstehen.

Diese Situation legt für die KFA eine Doppelstrategie für den weiteren Ausbau der Kommunikation nahe:

- Teil 1** beinhaltet die Ermittlung des zukünftigen Kommunikationsbedarfes unter Einbeziehung der neuen Leistungsangebote im Datenverarbeitungs- und Kommunikationsbereich. Auf dieser Basis ist dann unter Berücksichtigung der sich jetzt bereits abzeichnenden Möglichkeiten und Techniken ein mittel- bis langfristiges Konzept auszuarbeiten.
- Teil 2** umfaßt kurz- bis mittelfristige Maßnahmen zur Überbrückung der Zeitspanne von heute bis zu dem Zeitpunkt, da die Lösungen, die heute absehbar sind, tatsächlich verfügbar werden. Diese Maßnahmen dürfen nicht auf ein Vertrösten der Benutzer auf kommende bessere Zeiten hinauslaufen, sondern müssen zum Ziel haben, zu jedem Zeitpunkt die wachsenden Anforderungen der Benutzer durch ein ad-



äquates Leistungsangebot befriedigen zu können und gleichzeitig einen weichen Übergang zu zukünftigen Lösungen zu ermöglichen. Um die Entscheidungsfreiheit bei den noch zu erarbeitenden längerfristigen Konzepten nicht einzuschränken sollten umfangreiche Infrastrukturmaßnahmen in dieser Phase vermieden werden. Dies kann durch die Optimierung der Nutzung der bestehenden Infrastruktur geschehen. In der existierenden Infrastruktur stecken noch erhebliche Reserven, die durch vermehrten Einsatz von Elektronik nutzbar gemacht werden können.

### 3.2.2 TERMINALBEREICH

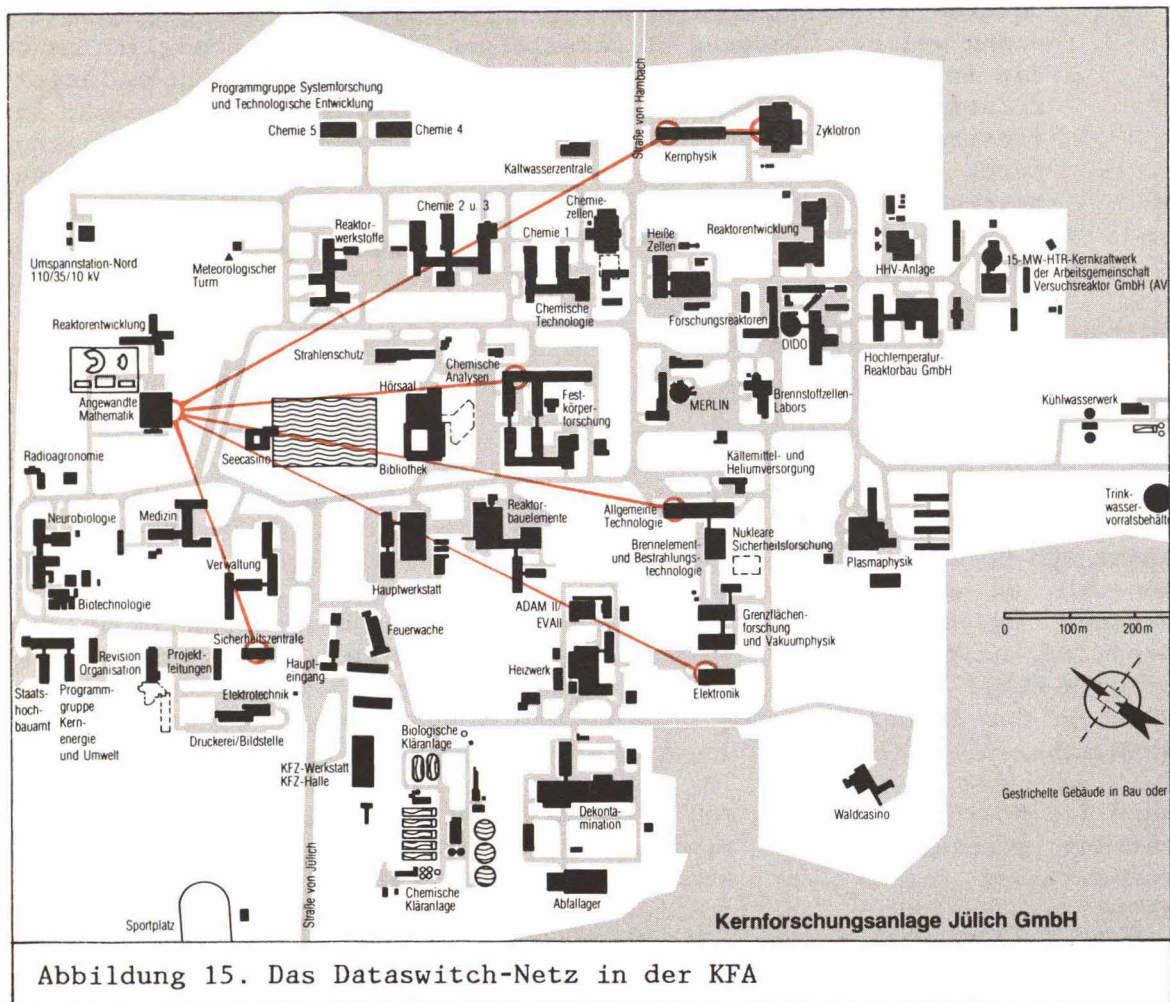
Eine reine Maßnahme zur besseren Ausnutzung des vorhandenen Kabelsystems ist der bereits erwähnte Einsatz von Koaxmultiplexern beim Anschluß lokaler IBM 3278/79 Bildschirmgeräte. Durch einen solchen Multiplexer können bis zu acht Terminalverbindungen über ein einziges Kabel geführt werden. Diese Multiplexer entspannen die Anschlußsituation in solchen Gebäuden, zu denen bereits Koaxialkabelverbindungen (93  $\Omega$ ) bestehen. Da solchen Kabel aber nicht generell in der KFA verlegt sind, lösen sie das Problem des Anschlusses von lokalen IBM-Bildschirmgeräten nicht grundsätzlich.

Auch das Koax-Patch-System muß unter dem Aspekt einer optimierten Kabelnutzung gesehen werden. Primär dient dieses System einer funktionalen Verbesserung, nämlich der, auch von den lokalen IBM 3278/79 Bildschirmgeräten aus wahlfreien Zugriff auf zwei verschiedene Rechner zu haben. Die naheliegendste Lösung dieser Problemstellung besteht darin, vom Terminal aus zu jedem der potentiell zugreifbaren Rechnersysteme eine Kabelverbindung vorzusehen und durch einen am Terminal befindlichen Schalter jeweils eine der möglichen Alternativen zu schalten. Der Nachteil dieser Lösung ist, daß zwei Koaxkabel zu jedem Terminal gezogen werden müssen. Bei der hier realisierten Lösung genügt ein Kabel zwischen Terminal und Rechnerraum; die Umschaltung findet im Rechnerraum statt. Da ein Umschalten auf Initiative des Benutzers und ohne manuellen Eingriff (etwa durch Operateure) möglich sein soll, ist hierfür der Einsatz eines Fernwirksystems erforderlich. Dieses wird über das Fernsprechsysteem über eine bestimmte Nummer angewählt und durch Eingabe einer Code-Nummer über das Telefon gesteuert.

Für den Anschluß von asynchronen Terminals wird das seit 1980 im ZAM installierte Dataswitch-System durch die Installation von zunächst weiteren sechs (Remote-) Dataswitch-Systemen zu einem Netz solcher Systeme ausgebaut (vgl. Abbildung 15 auf Seite 70). Wenn auch das Hauptargument für die Installation weiterer Dataswitch-Systeme in der Entlastung des Kabelnetzes besteht, so bieten sie darüberhinaus den Instituten, in denen sie installiert sind, zusätzliche Flexibilität bezüglich der Zuordnung lokaler Terminals zu lokalen oder auch nichtlokalen Rechnern, die in diesem Bereich auch zu Kosteneinsparungen führen kann. Dieser Zugewinn an Flexibilität und Funktionalität ist für die Institute ein wichtiges Argument für die Beschaffung der Dataswitch-Systeme.

Switching-Systeme (wie z.B. der Dataswitch) sind - wie bereits vorher festgestellt - nichts anderes als eine Übertragung des vom Fernsprechverkehr bekannten Nebenstellenkonzeptes auf die Datenkommunikation. Als zentrale Vermittlungsinstanz erlauben sie jedem angeschlossenen Gerät prinzipiell den Zugriff auf jeden anderen Port des Systems, wobei allerdings nicht jede mögliche Verbindung auch sinnvoll ist. In der KFA





haben die angeschlossenen asynchronen Terminals wahlfreien Zugriff auf die drei zentralen IBM-Großrechnersysteme und die Netze der Bundespost (über die Remote-Dataswitch-Systeme im Prinzip auch auf jeden anderen Rechner im Netz). Entsprechende Ausrüstung vorausgesetzt, können weitere private und öffentliche Dienstleistungsangebote verfügbar gemacht werden.

Jedes der installierten Dataswitch-Systeme kann wie das zentrale System auf maximal 2048 Anschlußpositionen ausgebaut werden. Über eine T1-Verbindung (amerikanischer Standard = 1.544 Mbps) zwischen einem Paar von Dataswitch-Systemen können bis zu 128 Verbindungen je 2400 Baud vermittelt werden. Eine Erhöhung der Geschwindigkeit bis auf 19.200 Baud ist bei entsprechend reduzierter Anzahl von Verbindungen möglich.

Unter den Randbedingungen in der KFA (wahlfreier Zugriff auf drei verschiedene zentrale Rechner und weitere Leistungsangebote) erlaubt dies unter realistischen Randbedingungen den Zugriff auf die zentral angebotenen Dienstleistungen von mindestens 800 bis 1000 aktiven Terminals, die dynamisch aus einem Gesamtbestand von annähernd  $7 \cdot 2048$  angeschlossener Terminals geschaltet werden können.

Inzwischen ist von der Firma Develcon Develnet als Nachfolgeprodukt angekündigt, das neben verbesserten Leistungsmerkmalen der einzelnen Vermittlungsstellen insbesondere mehr Flexibilität bei der Vernetzung dieser Einheiten bietet.

### 3.2.3 BACKEND-NETWORK

Weitgehend unabhängig von den lokalen Netzen, die im wesentlichen die Aufgabe haben, die angebotenen Datenverarbeitungs- und Kommunikationsdienste potentiell allen Benutzern verfügbar zu machen, ist die Problemstellung der Backend-Netzwerke. Aufgabe eines Backend-Netzwerkes ist die Schaffung einer leistungsfähigen Verbindung der zentralen Großrechner untereinander und mit weiteren Komponenten des zentralen Datenverarbeitungskomplexes; dies ist im wesentlichen ein interner Vorgang des Rechenzentrums, der nur indirekt nach außen wirkt.

In diesem Bereich gibt es zu dem seit 1977 angebotenen HYPERchannel der Firma NSC (Network Systems Corporation, Minneapolis) kaum eine Alternative.

HYPERchannel besteht aus einem bis zu 1,5 km (mit Repeater bis zu 3,5 km) langen Bus, an den über sogenannte 'Adapter' Rechner und Peripheriegeräte angeschlossen werden können. Adapter stehen für eine Vielzahl von Rechnern zur Verfügung, insbesondere für die in der KFA wichtigen Rechner der Firmen Cray, DEC und IBM. Die Datenübertragung erfolgt auf der Leitung (hier 'Trunk' genannt) im Basisband-Modus mit einer Rate von bis zu 50 Mbps; da jeder Adapter bis zu vier Trunks unterstützt, beträgt die maximale Systemdatenrate 200 Mbps. Das Zugriffsverfahren ist CSMA/CD, jedoch - im Unterschied zu Ethernet - gekoppelt mit einer Prioritätssteuerung zur Auflösung von Kollisionen. Es wird hier also versucht, die unerreichte Effizienz des normalen CSMA/CD-Verfahrens bei niedriger Systembelastung zu verbinden mit den Vorteilen einer deterministischen Zugriffssteuerung bei höherer Systembelastung (angezeigt durch das Auftreten von Kollisionen).

Zur Unterstützung von File Transfer und Remote Job Entry über HYPERchannel bietet NSC die NETEX-Software an, die u.a. für IBM (MVS und VM) und DEC (VAX-VMS und PDP11-RSX) verfügbar und für die Cray angekündigt ist.

Das ZAM plant - nach entsprechender Prüfung - die Beschaffung einer Einstiegskonfiguration des HYPERchannel im Laufe des Jahres 1985.

### 3.2.4 LAN - BEREICH

Neben dem HYPERchannel bietet die Fa. NSC mit dem HYPERbus auch ein lokales Netz mittlerer Leistung (10 Mbps) an. Wenn auch der Einsatz von HYPERchannel im Backend-Bereich nicht den Einsatz von HYPERbus präjudiziert, so legt er doch eine Untersuchung von HYPERbus nahe.

Bislang noch ungelöste Probleme im lokalen Bereich sind die KFA-weite Möglichkeit, lokale IBM-Bildschirmgeräte anschließen zu können (ohne Neuverkabelung der KFA mit 93  $\Omega$  Koaxkabeln), und die Möglichkeit einer schnellen Rechnerkopplung zwischen den zentralen Rechnern und anderen Rechnern (z.B. Experimentrechnern) auf dem KFA-Gelände in Nachfolge des JOKER-Systems. Funktionell ist HYPERbus laut Herstellerangaben in der Lage, die beiden vorgenannten Probleme zu lösen. Diese Aussage muß verifiziert werden, und darüberhinaus müssen die Implikationen (Systemeinbindung, Verkabelungsfragen, Kosten etc.) untersucht und mit möglichen Alternativen verglichen werden. Diese Untersuchungen sind - mit positivem Ergebnis - abgeschlossen; es hat sich insbesondere gezeigt, daß das 75  $\Omega$  Kabelnetz des JOKER-Systems (vgl. das rot eingetragene Netz in

Abbildung 14 auf Seite 67) für den Aufbau eines HYPERbus-Systems mitverwendet werden kann. Deshalb wird das ZAM die Beschaffung einer Prototyp-Konfiguration noch 1984 in die Wege leiten.

### 3.3 WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNGEN

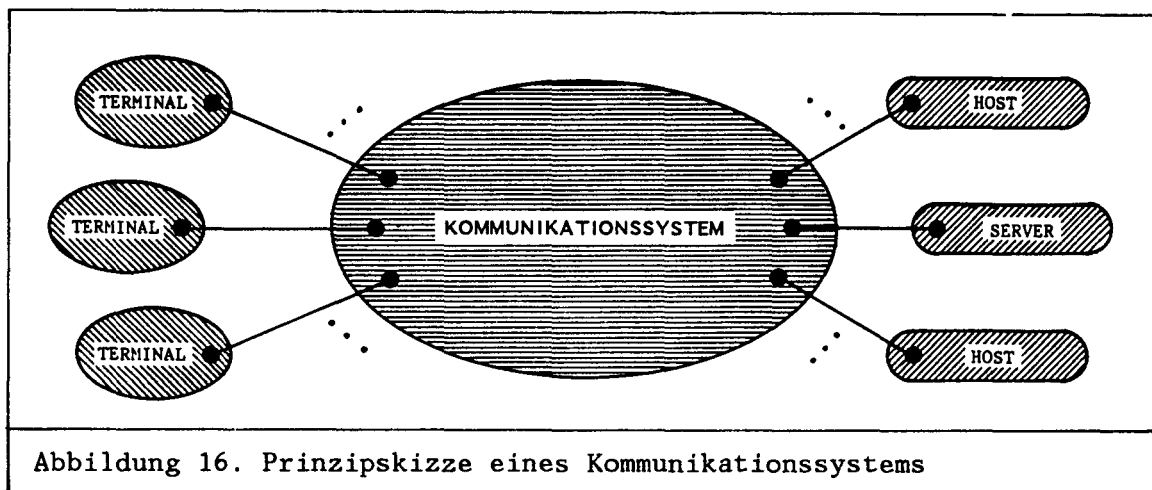
#### 3.3.1 ALLGEMEINES

Es ist außerordentlich schwierig, die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Verbesserung der Kommunikation zu beurteilen. Wieviel darf (verbesserte) Kommunikation kosten? Was ist die (bessere, schnellere) Verfügbarkeit von Information wert?

In manchen, meist abgeschlossenen Anwendungsgebieten läßt sich der durch den Einsatz elektronischer Hilfsmittel (Datenverarbeitung und Kommunikation) erzielbare Zeitgewinn quantitativ erfassen und kann somit als Rationalisierungsgewinn ausgewiesen werden (z.B. bei manchen Bürotätigkeiten). Darauf basieren die im kommerziellen Bereich benötigten Argumente für die Einführung der neuen Techniken. Dies ist derzeit die einzige Methode, um einigermaßen gesicherte quantitative Wirtschaftlichkeitsaussagen machen zu können, sie ist aber nicht befriedigend. Zum einen wird dadurch der angesichts eines hohen Arbeitslosenstandes negative Jobkiller-Aspekt betont; zum anderen wird es immer offensichtlicher, daß eine Abbildung der neuen Möglichkeiten auf Organisationsformen, Strukturen und Arbeitsabläufe, die in der Vergangenheit unter anderen Randbedingungen konzipiert wurden, dem Potential und der wahren Bedeutung der neuen Datenverarbeitungs- und Kommunikationstechniken nicht gerecht wird. Diese Techniken werden in der Zukunft neue Organisationsformen und neue Berufsbilder ermöglichen (vgl. z.B. Olson, Lucas [41]) und - richtig eingesetzt - existierende Berufsbilder erweitern, was durchaus neu ist, denn bisher hat die Datenverarbeitung (und allgemeiner die Automatisierung) durchweg zur Einengung von Berufsbildern und des (menschlichen) Entscheidungsspielraumes geführt.

Im Forschungsbereich, der sich als Ganzes quantitativen Wirtschaftlichkeitsüberlegungen entzieht, ist die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes Elektronischer Kommunikation im Grundsatz nicht zu beantworten. Sicherlich sind gute Kommunikationsmöglichkeiten - auch Kommunikation mit der Außenwelt - im Forschungsbereich außerordentlich wichtig, gibt es doch kaum ein Forschungsvorhaben, das nicht national oder international eingebunden ist oder gar gemeinsam mit anderen Einrichtungen bearbeitet wird. Dies ist jedoch eine qualitative Wertung. Quantitative Wirtschaftlichkeitsüberlegungen werden im allgemeinen nicht mit Bezug auf eine bestimmte Dienstleistung selbst angestellt, sondern beziehen sich auf alternative Möglichkeiten der Realisierung einer funktionalen Vorgabe.

Um einem Endbenutzer Datenverarbeitungs- und Kommunikationsdienstleistungen zur Verfügung stellen zu können, fallen kommunikationsbedingte Kosten im Host-Bereich, im Terminal-Bereich, sowie im Kommunikationssystem an (vgl. Abbildung 16 auf Seite 73).



Unter 'Host' sollen allgemein alle *Serviceleistung erbringende* Einrichtungen verstanden werden, wozu natürlich an hervorragender Stelle Datenverarbeitungsleistungen, aber z.B. auch Vermittlungsleistungen gehören. Um ein Host-System an ein Kommunikationssystem anzuschließen, sind Aufwendungen in Hardware, Software und Personal erforderlich. Hardware-seitig sind Geräte wie Steuereinheiten, Kommunikationsprozessoren, Kanalanschlüsseinheiten o.ä. zu nennen. Die Software kann unter den Begriff Netzsoftware subsumiert werden. Bei leistungsfähigen Systemen ist diese Software sehr umfangreich und hochkomplex und verursacht auch beachtliche laufende Kosten durch den Verbrauch allgemeiner Datenverarbeitungs-Ressourcen sowie durch den erforderlichen Personalaufwand für Betreuung und Wartung.

'Terminal' steht hier für eine *Serviceleistung abrufende* Stelle: dies sind - noch weit in der Überzahl - Standardterminals (alphanumerisch/graphisch), können aber auch Workstations oder Kleinrechner sein. Die terminalseitigen Aufwendungen für den Anschluß an ein Kommunikationssystem reichen von nicht explizit ausgewiesen (aber dennoch vorhanden!) bei einem Standardterminal bis zu host-ähnlichem Aufwand (relativ gesehen) beim Minirechner.

Im weiteren Verlauf soll auf die Kommunikationsaufwendungen im Terminal- und Host-Bereich nicht weiter eingegangen werden, da der Schwerpunkt dieses Berichtes beim (lokalen) Kommunikationssystem liegt und die Aufwendungen in den vorgenannten Bereichen weitgehend unabhängig von der Ausprägung des Kommunikationssystems sind<sup>12</sup>. Man sollte jedoch nicht außer acht lassen, daß die kommunikationsbedingten Kosten im Terminal- und Host-Bereich pro Anschluß in der gleichen Größenordnung liegen wie die Kosten, die im eigentlichen Kommunikationssystem anfallen.

Die im Kommunikationssystem anfallenden Kosten können wiederum in verschiedene Kategorien unterteilt werden:

<sup>12</sup> Diese Bemerkung bedarf eines Kommentars: Es ist sehr wohl vorstellbar, daß die host-seitigen Aufwendungen abhängig von der Gestaltung des Kommunikationssystems sind; de facto ist es aber so, daß Flexibilität und damit Möglichkeiten der Adaption bezüglich der Kommunikationsschnittstellen kaum vorhanden sind und das (Host-)Herstellerangebot als unabänderliche Randbedingung hingenommen werden muß.

- Kosten für die Elektronik des Kommunikationssystems
  - Grundkosten (Hardware und Software für die Bedienung des Kommunikationsmediums, für Organisation, Management, Statistik, Abrechnung u.ä)
  - Kosten je Anschluß (diese können abhängig von der Charakteristik und der Leistungsfähigkeit des Anschlusses sehr unterschiedlich sein)
- Kosten für das Informationsmedium (wir betrachten hier ausschließlich kabelgebundenen Informationstransport)
- Kosten für die Betreuung und Wartung (Software und Hardware; aufgrund der geographischen Verteilung von Kommunikationseinrichtungen ist hier mit erhöhten Aufwendungen zu rechnen).

Im folgenden werden einige Kosten bzw. Kostenschätzungen für in der KFA installierte bzw. geplante Kommunikationseinrichtungen angegeben.

### 3.3.2 KOSTEN DES DATASWITCH-SYSTEMS

Für die über das ursprüngliche Dataswitch-System (mit einem zentralen Knoten) vermittelten Terminals kann folgende Rechnung aufgemacht werden:

Die Investitionskosten für das Dataswitch-System belaufen sich einschließlich aller Aufwendungen für Vermittlung, Überwachung, Backup und aller Anschlüsse auf ca. 500 TDM. Daraus ergeben sich bei ca. 450 Anschlüssen gemittelte Kosten von DM 1100.- pro Anschluß. Genau genommen müssen die Gesamtkosten jedoch auf die ca. 270 Terminalanschlüsse umgelegt werden. Da das Verhältnis von Host-Anschlüssen zu Terminalanschlüssen abhängig von den Vermittlungsleistungen ist, müssen die sich ergebenden Kosten von ca. DM 1850.- pro Terminalanschluß im Zusammenhang mit den angebotenen Leistungen - das sind wahlfreier Zugang zu drei Host-Systemen und den Kommunikationsnetzen der Post - gesehen werden.

Verkabelungskosten sind im Bereich der allgemeinen Infrastruktur (d.h. außerhalb der einzelnen Institutsgebäude) bisher nicht angefallen, da das Telefonkabelnetz bislang genügend Reserven besaß, um die erforderlichen Terminalanschlüsse durchführen zu können. Da aber auch vorhandene Leitungen durchgeschaltet und durchgemessen werden müssen und z.T. ergänzende Verkabelungsarbeiten innerhalb von Gebäuden angefallen sind, sind sehr wohl Kosten im Zusammenhang mit dem Leitungsnetz entstanden; diese sind abhängig von der jeweiligen Situation sehr unterschiedlich, halten sich insgesamt aber in Grenzen. Bei der (bisher) ausreichenden Verfügbarkeit von Telefonleitungen hat der Einsatz eines Vermittlungssystems auf der Basis solcher Leitungen zu außerordentlich günstigen Terminalanschlußkosten geführt.

Eine solche Aussage ist offensichtlich stark von den örtlichen Gegebenheiten geprägt. Der Anteil der Kabelkosten an den Gesamtkosten reicht von unbedeutend unter günstigen Umständen (ein Gebäude, Kabelschächte vorhanden) bis dominierend unter ungünstigen Voraussetzungen (viele Gebäude über ein größeres Gelände verstreut, keine Kabelschächte vorhanden). Da die Voraussetzungen in der KFA eher ungünstig sind, würden etwa erforderliche Verkabelungsmaßnahmen kostenmäßig stark zu Buche schlagen. Es ist beim weiteren Ausbau des Kommunikationssystems in der KFA also von



großer Bedeutung, ob bzw. in welchem Umfang das vorhandene Kabelnetz benutzt werden kann, und ein vermehrter Einsatz von Elektronik zur Vermeidung von Verkabelungsmaßnahmen kann u.U. erhebliche Kosten sparen.

Der Ausbau des Dataswitch-Systems auf zunächst sieben Vermittlungsstellen mit insgesamt ca. 800 Anschlüssen (davon ca. 350 Terminalanschlüsse) hat die Gesamtkosten auf ca. 1100 TDM (incl. Modems, soweit deren Einsatz erforderlich ist), also DM 1350.- pro Anschluß bzw. DM 3100.- pro Terminalanschluß anwachsen lassen. Der Aufbau eines Netzes von Vermittlungsknoten hat somit zu dem verhältnismäßig geringen Anstieg der Anschlußkosten von DM 1100.- auf DM 1350.- geführt, wobei durch diese Maßnahme die Zahl der Anschlußmöglichkeiten und die potentielle Vermittlungsleistung drastisch erhöht und gleichzeitig die Flexibilität und Funktionalität des Gesamtsystems nachhaltig verbessert wurden. Maßnahmen zu einer entsprechenden Ergänzung des Kabelnetzes wären erheblich teurer geworden, ohne gleichzeitig funktionale Verbesserungen zu bieten.

### 3.3.3 KOSTEN EINES BACKEND-NETZWERKES

Zur Verbesserung der internen Kommunikation zwischen den zentralen Datenverarbeitungsanlagen plant das ZAM den Aufbau eines Backend-Netzwerkes. Da diese Kommunikation nicht nach außen gerichtet ist, kommen die Leistungen eines solchen Systems den Endbenutzern nur indirekt zugute.

Die Kosten für ein Backend-Netzwerk liegen hoch wegen der in diesem Bereich hohen Anforderungen an die Übertragungsleistung. Der Einstiegspreis für ein HYPERchannel-System beträgt ca. 400 TDM für zwei Adapter (Anschlußseinheiten) einschließlich der erforderlichen Software. Jeder weitere Adapter kostet ca. 160 TDM (Dollar-Preisbasis!) und es kommen - insbesondere beim Anschluß neuer Rechnertypen - weitere namhafte Beträge für die Software hinzu. Diese Kosten sind akzeptabel, wenn sie im Zusammenhang mit teuren und leistungsfähigen zentralen Geräten (Großrechner, Massenspeicher, Laserdrucker etc.) gesehen werden, zumal - in der Regel weniger flexible - Alternativen in diesem Bereich kaum billiger sind. Die Vielzahl der Anschlußmöglichkeiten verbunden mit Flexibilität und Leistungsfähigkeit gestattet die Verwirklichung von 'Central Server'-Konzepten (z.B. für Drucken, Archivieren).

Wenn auch HYPERchannel die Überbrückung von Entfernungen gestattet (max. 3,5 km), die denen von Endbenutzer-orientierten lokalen Netzen äquivalent sind, so ist dieses System für einen generellen Anschluß von verteilt aufgestellten Kleinrechnern doch nicht sinnvoll. Kleinrechner realisieren i.a. Datenraten, die deutlich unter denen eines HYPERchannel-Systems liegen. Die wichtigsten Kleinrechner (darunter die für die KFA wichtige PDP11) können an HYPERchannel angeschlossen werden und die Performance des Übertragungssystems leidet (gleiche Blocklänge vorausgesetzt) durch den Anschluß weniger leistungsfähiger Systeme nicht, da gepuffert übertragen wird. Dennoch wirkt es konzeptionell nicht überzeugend und führt zu überhöhten Kosten, wenn an ein besonders leistungsfähiges und deshalb teures System mit zusätzlichem Aufwand (große Geschwindigkeitsunterschiede erhöhen tendenziell den Pufferspeicherbedarf) Geräte angeschlossen werden, die diese Leistung nicht entfernt nutzen können. Die Kosten für den Anschluß eines Kleinrechners schwanken grob zwischen 40 TDM und 160 TDM, da an einen Adapter bis zu vier Kleinrechner angeschlossen werden können, falls die örtlichen Gegebenheiten dies zulassen.

Die Fähigkeit, größere Entfernungen mit HYPERchannel überbrücken zu können, kann für die Einrichtung örtlich abgesetzter Subzentren (z.B. als verlängerter Großrechnerkanalanschluß), aber auch für die Realisierung eines (logisch) eng gekoppelten Backup-Rechenzentrums in einem separaten Gebäude genutzt werden.

1. Arnold, F.: Auswirkungen der Entwicklung der öffentlichen Netze auf anwendereigene Kommunikationsdienste. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.13-19.
2. Atkins, J.D.: Path Control: The Transport Network of SNA. IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-28, 4, April 1980, S.527-538.
3. Aubel, P.: Erste Erfahrungen mit einem Sprachspeichersystem. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.107-109.
4. Bericht der Expertengruppe 'Förderung neuer Kommunikationstechniken' (EKOM): Neue Kommunikationstechniken - Perspektiven für das Land Baden-Württemberg, November 1982.
5. Brown, A.P.G.: Progress towards Distributed Database Systems. Proceedings of the Sixth International Conference on Computer Communication, Ed. M.B. Williams, London, September 1982, S.831-837. North-Holland.
6. Burkhardt, H.J.: Architektur offener Systeme. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Hrsg. S. Schindler und O. Spaniol, Berlin, Januar 1983.
7. Carlson, D.E.: Bit-Oriented Data Link Control Procedures. IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-28, 4, April 1980, S.455-467.
8. Clark, D.D., Progran, K.T., Reed, D.P.: An Introduction to Local Area Networks. Proc. IEEE 66, 11 (Nov. 1978), S.1497-1517.
9. Dixon, R.C., Strole, N.C., Markov, J.D.: A Token-Ring Network for Local Data Communications. IBM Systems Journal, Vol. 22, 1/2, 1983, S.47-62.
10. Döscher, H.-P.: Dezentrales Einsatzkonzept für Teletex-Endgeräte. In- und externe Textkommunikation über Fernsprechnebenstellenanlagen. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.368-378.
11. Fähnrich, K.-P.: Maschinelle Sprachverarbeitung in der Produktion: Ein innovativer Weg zur Rationalisierung und Humanisierung. Online '84, Tagungsband V (CAD/CAM und Computer-Graphik), Berlin, Februar 1984.
12. Gerla, M., Kleinrock, L.: Flow Control: A Comparative Survey. IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-28, 4, April 1980, S.553-574.
13. Gerner, N.: Btx - eine Einführung. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Offenen Multifunktionale Büroarbeitsplätze und Bildschirmtext', Berlin, Juni 1984.
14. Green, Jr., P.E.: Computer Communications: Milestones and Prophecies. IEEE Communications Magazine, Vol.22, 5, Mai 1984, S.49-63.
15. Green, Jr., P.E.: An Introduction to Network Architectures and Protocols. IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-28, 4, April 1980, S.413-424.
16. Haback, H.D.: Putting Micros to Work in the Office. Data Communications, Feb. 1983.
17. Hess, M.L., Brethes, M., Saito, A.: A Comparison of four X.25 Public Network Interfaces. IEEE 1979.
18. Hillebrand, F.: Gegenwart und Zukunft der Übermittlungsdienste im öffentlichen Netz der DBP. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Hrsg. S. Schindler und O. Spaniol, Berlin, Januar 1983.
19. Hiltz, S.R.: Impact of a Computerized Conferencing System upon Use of other Communication Modes. Proceedings of the Sixth International Conference on Computer Communication, Ed. M.B. Williams, London, September 1982, S.577-582. North-Holland.



20. Hiltz, S.R., Turoff, M.: The Evolution of User Behavior in a Computerized Conferencing System. Communications of the ACM, 24, 11 (Nov. 1981), S.739-751.
21. Höring, K., Bahr, K., Struif, B., Tiedemann, C.: Interne Netzwerke für die Bürokommunikation. Technik und Anwendung digitaler Nebenstellenanlagen und von Local Area Networks (LAN). R. v. Decker's Verlag, G. Schenk, Heidelberg 1983.
22. Humboldt, D.: ISDN-Dienstmerkmale und Dienste: Ein zukunftsorientiertes Dienstleistungsangebot der Deutschen Bundespost. Online '84, Tagungsband VI (Datennetze, Netzwerkmanagement und postalische Kommunikationsdienste), Berlin, Februar 1984.
23. HYPERbus: Systems Description Manual. Publication Number NS 327, Network Systems Corporation, Minneapolis.
24. HYPERchannel: Systems Description Manual. Publication Number NS 306, Network Systems Corporation, Minneapolis.
25. Kahl, W., Külzer, W.: Die Absichten und Tendenzen der DBP bezüglich des ISDN und dessen Realisierung. GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Berlin, Januar 1983, S.395-407. Informatik-Fachberichte 60, Springer-Verlag.
26. Kahl, P.: ISDN (Integrated Services Digital Network): Das technische Konzept der Bundespost. Online '84, Tagungsband VI (Datennetze, Netzwerkmanagement und postalische Kommunikationsdienste), Berlin, Februar 1984.
27. Kammerer, G.: Ergebnisse der Btx-Begleituntersuchung Berlin. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.151-156.
28. Kauffels, F.-J.: Lokale Netze. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln-Braunsfeld 1984.
29. Kirchner, O.B.: Forschungsnetzwerke und ihre Protokolle; Entwicklung von Computernetzen im öffentlichen Forschungsbereich zu umfassenden, internationalen Netzwerken. Online '84, Tagungsband VI (Datennetze, Netzwerkmanagement und postalische Kommunikationsdienste), Berlin, Februar 1984.
30. Kleinke, G.: Das dienstintegrierende digitale Fernmeldenetz (ISDN) - ein neues Leistungsangebot der Kommunikationstechnik. GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Berlin, Januar 1983, S.408-427. Informatik-Fachberichte 60, Springer-Verlag.
31. Kneisel, K.-E.: Einsatz der Glasfaser im Netz der Deutschen Bundespost; Aktivitäten im Vorfeld der Errichtung eines integrierten Breitband-Fernmeldenetzes. Online '84, Tagungsband I (Die neuen Informations- und Kommunikationstechniken: Eine Herausforderung an das Management), Berlin, Februar 1984.
32. Kranz, U.: Was können Anwender tun, um sich auf die Entwicklungen der Deutschen Bundespost auf dem Sektor Rechnernetze in den kommenden Jahren einzustellen. Online '84, Tagungsband VI (Datennetze, Netzwerkmanagement und postalische Kommunikationsdienste), Berlin, Februar 1984.
33. Krönert, G., Horak, W.: Standardisiertes Architekturmodell für Bürodokumente. Online '84, Tagungsband IV (Integrierte, multifunktionale und offene Bürokommunikation), Berlin, Februar 1984.
34. Krönert, G.: Textverarbeitung auf der Basis der standardisierten Dokumentarchitektur - eine Einführung. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Offenen Multifunktionale Büroarbeitsplätze und Bildschirmtext', Berlin, Juni 1984.
35. Kümmerle, K.: Local Area Communication Networks - An Overview. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Hrsg. S. Schindler und O. Spaniol, Berlin, Januar 1983.

36. Linnington, P.F.: Progress in Open Systems Standardization. Interfaces in Computing, 2 (1984), S.205-220.
37. Lübke, E.: Sophonet, das Netzkonzept von Philips zur Überwindung von Inkompatibilitäten in Anwendernetzen. Online '84, Tagungsband VI (Datennetze, Netzwerkmanagement und postalische Kommunikationsdienste), Berlin, Februar 1984.
38. Mecklinger, R.: Glasfaser - das Übertragungsmedium der Zukunft. Online '84, Tagungsband I (Die neuen Informations- und Kommunikationstechniken: Eine Herausforderung an das Management), Berlin, Februar 1984.
39. Merz, H.: Leistungsmerkmale und Technik des Btx-Netzes. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Offenen Multifunktionale Büroarbeitsplätze und Bildschirmtext', Berlin, Juni 1984.
40. Metcalfe, R.M., Boggs, D.R.: Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks. Communications of the ACM, 19, 7 (1976), S.395-404.
41. Olson, M.H., Lucas, Jr., H.C.: The Impact of Office Automation on the Organization: Some Implications for Research and Practice. Communications of the ACM, 25, 11 (Nov.1982), S.838-847.
42. Otto, J.: Entwicklungsrichtungen für Teletex, erste Erfahrungen mit Anlagen nach der Rahmenregelung für den Teletex-Verkehr. Online '84, Tagungsband IV (Integrierte, multifunktionale und offene Bürokommunikation), Berlin, Februar 1984.
43. Plank, K.-L.: Value-Adding und Dienste-Integration in Fernmelde-netzen. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.20-27.
44. Plank, K.L.: Kommunikation in Dienste-integrierenden Fernmeldenetzen. GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Berlin, Januar 1983, S.1-19. Informatik-Fachberichte 60, Springer-Verlag.
45. Reichwald, R.: Organisatorische Voraussetzungen für die Einführung von Teletex. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.359-366.
46. Rosenbrock, K.H.: Die Absichten der Deutschen Bundespost zum Einführen eines ISDN. Online '84, Tagungsband VI (Datennetze, Netzwerkmanagement und postalische Kommunikationsdienste), Berlin, Februar 1984.
47. Rüggeberg, R.: The Development of the Teletex Service in the Federal Republic of Germany. Proceedings of the Sixth International Conferenc on Computer Communication, Ed. M.B. Williams, London, September 1982, S.338-343. North-Holland.
48. Rüggeberg, R.: Telematikdienste. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Hrsg. S. Schindler und O. Spaniol, Berlin, Januar 1983.
49. Saltzer, J.H., Progran, K.T. and Clark, D.D.: Why a Ring? Computer Networks 7 (1983), S.223-321.
50. Schenke, K.: Telematikdienste der Deutschen Bundespost. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Offenen Multifunktionale Büroarbeitsplätze und Bildschirmtext', Berlin, Juni 1984.
51. Schicker, P.: Rechnergestützte Meldungsvermittlung und Elektronische Post. GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Berlin, Januar 1983, S.355-367. Informatik-Fachberichte 60, Springer-Verlag.
52. Schindler, S.: Die Anwendungsbereiche der neuen ISO-Standards der Kommunikationstechnik und Büroautomation - Zeitpläne, Wechselwirkungen, Perspektiven. GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Berlin, Januar 1983, S.20-54. Informatik-Fachberichte 60, Springer-Verlag.

53. Schindler, S.: Systemtechnische Trends bei Offenen Multifunktionalen Bürogeräten. Online '84, Tagungsband IV (Integrierte, multifunktionale und offene Bürokommunikation), Berlin, Februar 1984.
54. Schwartz, M.I.: Optical Fiber Transmission - From Conception to Prominence in 20 Years. IEEE Communications Magazine, Vol.22, 5, Mai 1984, S.38-48.
55. Schwartz, M., Stern, T.: Routing Techniques Used in Computer Communication Networks. IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-28, 4, April 1980, S.539-552.
56. Schwartz, M.: Computer Communication Network Design and Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1977.
57. Schwetz, R.: Die Schulung der Führungskräfte - eine Voraussetzung für die Produktivität im Büro. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.51-61.
58. Schwetz, R.: Einfluß kommunikationsfähiger Bürotechnik auf die Bürotätigkeit und Ablauforganisation. Online '84, Tagungsband I (Die neuen Informations- und Kommunikationstechniken: Eine Herausforderung an das Management), Berlin, Februar 1984.
59. Seitz, A.: Telekommunikation im Büro am Beispiel Teletex: Stand der Technik, Herstellerangebot allgemein und von TA, Anwendungsbeispiel aus der Praxis. Online '84, Tagungsband IV (Integrierte, multifunktionale und offene Bürokommunikation), Berlin, Februar 1984.
60. Spaniol, O.: Analysis and Performance Evaluation of HYPERchannel Access Protocols. Performance Evaluation I (1981), S.170-179.
61. Spaniol, O.: Konzepte und Bewertungsmethoden für lokale Rechnernetze. Informatik Spektrum 5 (1982), S.152-170.
62. Spaniol, O.: Satellitenkommunikation. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Hrsg. S. Schindler und O. Spaniol, Berlin, Januar 1983.
63. Swoboda, J.: Digitale PABX-Systeme. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Hrsg. S. Schindler und O. Spaniol, Berlin, Januar 1983.
64. Thomas, K.: Service 130 und andere neue Dienste der DBP. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.494-508.
65. Tietz, W.: Zwischenergebnisse der Normierungsbemühungen um Message Handling Systems. GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Berlin, Januar 1983, S.372-382. Informatik-Fachberichte 60, Springer-Verlag.
66. Tietz, W.: Stand der internationalen Normung im Bereich des Message Handling. Nachrichtentechnische Zeitschrift Bd. 37 (1984), H1, S.20-26.
67. Tobagi, F.A.: Multiaccess Protocols in Packet Communication Systems. IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-28, 4, April 1980, S.468-488.
68. Treinen, H.: Bildschirmtext. Ergebnisse der Düsseldorfer Begleituntersuchungen. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.144-150.
69. Trensconi, S.: Lokale Rechnernetze 1982. Spezielle Berichte der Kernforschungsanlage Jülich - Nr. 182, Nov. 1982.
70. Wecker, S.: DNA: The Digital Network Architecture. IEEE Transactions on Communications, Vol. Com-28, 4, April 1980, S.510-526.
71. Welch, J.A., Wilson, P.A.: Electronic Mail Systems - A Practical Evaluation Guide. NCC-Publications, Manchester, 1981.
72. Wichards, Fr.-H.: Die Überlegungen und Absichten der Deutschen Bundespost zur Einführung eines Videokonferenz-Dienstes. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.487-493.

73. Wichards, F.-H.: Videokonferenz, ein Schritt in die breitbandige Individualkommunikation: Konzept, Absichten und Pläne der Deutschen Bundespost. Online '84, Tagungsband VI (Datennetze, Netzwerkmanagement und postalische Kommunikationsdienste), Berlin, Februar 1984.
74. Wiesner, K.: TELETEX: ein Beitrag zur Senkung der Kommunikationskosten. Kongreß-Dokumentation Telecom '83, "Büroarbeit im Zeichen der Telekommunikation", Köln, 7.-10. Juni 1983, S.379-385.
75. Wild, J.K.: Kommunikationsaspekte bei verteilten Datenbanksystemen. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Kommunikation in Verteilten Netzen - Anwendungen und Betrieb', Hrsg. S. Schindler und O. Spaniol, Berlin, Januar 1983.
76. Zeidler, G.H.: Glasfaser als Lichtwellenleiter: Übertragungsleitungen für die Kommunikationstechnik der Zukunft. Online '84, Tagungsband I (Die neuen Informations- und Kommunikationstechniken: Eine Herausforderung an das Management), Berlin, Februar 1984.
77. Ziegler, J.: Textsysteme und ihre Benutzerschnittstelle. Tutoriumsband zur GI/NTG-Fachtagung 'Offenen Multifunktionale Büroarbeitsplätze und Bildschirmtext', Berlin, Juni 1984.

